

**Rentabilidad Económica y Social para la Mitigación del Riesgo de  
Deslizamientos en el km (1+500) Sector Las Salinas que Comunica las Veredas  
Pinzaima, Teresa, el Cerro y Tarjada con el Casco Urbano del Municipio de  
Nimaima, Cundinamarca**

**Camilo Aranda**

**Leonardo Forero**

**Raúl Gamboa**

**César Simancas**

**Universidad Católica de Colombia**



**Notas del Autor**

**Este proyecto de grado dirigido para cumplir con los requerimientos académicos pertinentes de la Especialización en Gerencia de Obras, habiendo sido su Tutor de Proyecto el Arquitecto José Fernando Cuello de la Facultad de Ingeniería.**

**Bogotá D. C., Noviembre de 2017**



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

## Contenido

Introducción	10
Generalidades del Trabajo	12
Línea y Tipo de Investigación	12
Planteamiento del Problema	12
Antecedentes del Problema	12
Pregunta de Investigación	13
Variables del Problema	13
Variable independiente	13
Variable dependiente	14
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	16
Cronograma	16
Presupuesto	18
Marcos de Referencia	19
Marco Conceptual	19
Deslizamientos de Tierra	20
Características	20
Origen	21
Tipos de deslizamientos	21
Deslizamiento de Caída	21
Deslizamiento por Volcamiento	22
Deslizamientos Rotacionales	22
Deslizamientos traslacionales	22
Deslizamiento con extensiones laterales	22
Deslizamiento por flujos	23
Deslizamiento por Reptación	23
Muros de gravedad	23

Muros Estructurales	25
Muros de tierra armada y de suelo reforzado	25
Marco Teórico	26
Análisis de la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia: un aporte para la	
Construcción de Políticas Públicas	26
Evaluación del peligro de deslizamiento de tierra	29
Factores asociados con la actividad de deslizamientos de tierra	30
Deslizamientos del pasado y su distribución	31
Roca firme	32
Calidad de pendientes o inclinación	32
Factor hidrológico	33
Efectos iniciados por el ser humano	34
Muros de contención	35
Métodos de evaluación del proyecto	36
El valor presente neto (VPN)	36
La tasa interna de retorno (TIR)	36
Relacion beneficio costo	37
¿Cómo se calcula la relación beneficio costo?	37
¿Cómo se debe interpretar el resultado de la relación beneficio costo?	38
Tasa de descuento	38
Marco Jurídico o Normativo	39
Ley 1523 de 2012	39
¿En qué consiste?	40
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres	40
Instrumentos de Planificación	41
Sistema de Información	42
Mecanismos de financiación	43
Subcuentas para apoyar el financiamiento de la gestión del riesgo	43
Fondos territoriales	44
Declaratoria de desastres, calamidad pública y normalidad desastre	44
Declaratoria de situación de desastre	44

Declaratoria de situación de calamidad pública	45
Calamidad pública	45
Retorno a la normalidad	45
Régimen especial para situaciones de desastre y calamidad pública	45
Régimen normativo	45
Medidas especiales de contratación	46
Y las disposiciones finales	46
Acuerdo n. ° 029 de 2000	47
Ley 388 de 1997	47
Marco Geográfico	48
Municipios vecinos	48
Extensión del área urbana	50
Centro Poblado Tobía	51
Veredas	52
Marco Demográfico	52
Tendencias demográficas municipales	52
Dinámica Demográfica	53
Distribución predial por estratos Urbano-Rural	53
Estructura demográfica por edad y sexo	54
Densidad poblacional	56
Estado del Arte – Antecedentes	56
Metodología	59
Fases del Trabajo	59
Productos a entregar	60
Modelo para el Análisis de los Costos y Beneficios	61
Enfoque de Trabajo General	62
Ingreso de la Información	62
Analizar Costos	62
Definición de Rubros de Costos	63
Proceso Licitatorio	63
Estudios y Diseños	63

Construcción	64
Mantenimiento	67
Analizar Beneficios	68
Definición de rubros de beneficios	68
Beneficios para la transitabilidad del sector panelero	68
Ahorro en atención deslizamientos	69
Transporte público rural	70
Análisis de Resultados	71
Conclusiones	75
Referencias Bibliográficas	76

# Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cronograma de Actividades	17
Tabla 2. Presupuesto del Proyecto	18
Tabla 3. Límites Municipales	49
Tablas 4. Extensión por Zona y Extensión Total Municipal	50
Tabla 5. División Político administrativa Municipal	52
Tabla 6. Población Urbana, Rural y Total en Nimaima Censo de 2005	53
Tabla 7. Dinámica Demográfica por Niveles de Sisben	53
Tabla 8. Distribución Predial por Estratos Urbano-Rural	54
Tabla 9. Estructura Demográfica por edad y sexo	54
Tabla 10. Densidad poblacional urbana, rural y total para el año 2014	56
Tabla 11. Registro Histórico de Deslizamientos	58
Tabla 12. Costo Proceso Licitatorio	63
Tabla 13. Costo Estudios y Diseños	64
Tabla 14. Presupuesto Oficial	65
Tabla 15. Costo Maquinaria	67
Tabla 16. Costos Mano de Obra	67
Tabla 17. Costo Materiales	67
Tabla 18. Costos Mantenimiento	68
Tabla 19. Costos de Transporte	69
Tabla 20. Maquinaria	69
Tabla 21. Mano de ora	70
Tabla 22. Materiales	70
Tabla 23. Costos Totales	70
Tabla 24. Transporte Publico Zonas Veredales	71
Tabla 25. Valores de Costos y Beneficios Corto Plazo	72
Tabla 26. Valores de Costos y Beneficios Mediano Plazo	72

Tabla 27. Valores de Costos y Beneficios Largo Plazo	73
Tabla 27. Calculo Relación Beneficio Costo	73
Tabla 29. Flujo de Caja Neto Proyecto	74
Tabla 30. Flujo de Caja Neto Proyecto	74



## **Lista de Figuras**

Figura 1. Tipos de Muros de Contención	24
Figura 2. Mapa Contexto Regional	49
Figura 3. Cabecera municipal Urbana de Nimaima	50
Figura 4. Centro Poblado de Tobía. Municipio de Nimaima	51
Figura 5. Estructura Demográfica por Edad y Sexo Hombres	55
Figura 6. Estructura Demográfica por Edad y Sexo Mujeres	55
Figura 7. Amenazas y Riesgos Naturales Rural – Remoción en Masas	57
Figura 8. Enfoque de Trabajo General	62

## Introducción

Al igual que muchos países en América Latina, Colombia enfrenta grandes retos que amenazan seriamente su desarrollo. Factores como el desgaste y el deterioro del suelo han acelerado la erosión y la degradación ambiental. Igualmente, las condiciones socio – económicas, asociadas a la falta de planeación en la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como sismos, inundaciones y deslizamientos, entre otros y las condiciones variantes del clima, confirman un proceso continuo de acumulación de riesgos. La materialización de estos riesgos en desastres, afectan el desarrollo de zonas productivas para el país que impiden la proyección de metas trazadas por los entes territoriales.

Según Banco Mundial, 2012:

Es así, que durante los últimos 40 años los desastres han ocasionado pérdidas que alcanzan aproximadamente los US\$ 7.100 millones, es decir, un promedio de pérdidas anuales de US\$ 177 millones. Entre 1970 y el 2011 se han registrado más de 28.000 eventos desastrosos, de los cuales cerca del 60% se reportan a partir de la década de 1990. Además, durante el 2010 y el 2011, en tan sólo 15 meses, se alcanzó una cifra equivalente a la cuarta parte de los registros y los muertos de la década anterior. (Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas - Bogotá, Colombia: Banco Mundial, 2012)

Para ser precisos en el municipio de Nimaima – Cundinamarca se ha evidenciado, uno de los fenómenos más representativos, el cual es el deslizamiento de tierras, debido a su ubicación geográfica, el tipo de terreno, y las variaciones climáticas, por lo anterior se busca tener una perspectiva más completa para la gestión de los riesgos de deslizamiento en el municipio, que pueda permitir una disminución de las pérdidas materiales y de vidas, sin embargo, las afectaciones económicas y sociales a la población han presentado aumento y evidencian lo inapropiados que son los modelos de desarrollo que no consideran la relación sociedad – naturaleza.

Con base en lo anterior, en este proyecto se realizará un análisis financiero, que nos permita comparar la rentabilidad económica y social entre la conveniencia de la ejecución

de obras para la mitigación de los riesgos de deslizamiento, y qué impacto económico y social generaría al municipio el no ejecutarlas, de esta manera se plantearán propuestas técnicas y de apoyo administrativo en la toma de decisiones por parte del municipio para la construcción o no de las obras de mitigación en el sector Las Salinas que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada

## **Generalidades del Trabajo**

### **Línea y Tipo de Investigación**

Saneamiento de Comunidades

Investigación aplicada, documental.

### **Planteamiento del Problema**

Omitir la mitigación de los riesgos de deslizamientos por parte del municipio de Nimaima, generaría costos económicos, sociales y sanciones administrativas, además de aumentar la vulnerabilidad para la población, que sería directamente afectada tanto física como, socialmente, lo que puede conllevar a pérdidas tanto materiales, como de vidas humanas, adicionalmente al costo económico, que afectaría las arcas del municipio por la reconstrucción de las zonas afectadas.

### **Antecedentes del Problema**

Actualmente el municipio de Nimaima – Cundinamarca en términos de gestión de riesgos y amenazas, los gestiona de acuerdo a lo dispuesto en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo emitido en el año 2012, en el cual se describen los componentes de caracterización general de escenarios de riesgos en el municipio, y algunos datos históricos en los que se han presentado estos fenómenos.

Lo que se busca con este proyecto, es analizar factores económicos, sociales y técnicos de gran importancia para la administración del municipio, que se verán reflejados en la viabilidad económica y social que resulta de la construcción de obras de prevención para mitigar el riesgo de deslizamiento en el sector Las Salinas que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada con el casco urbano del municipio; o por el contrario los resultados económicos y sociales que implican el no ejecutar las obras indicadas

Vale la pena aclarar, que el sector Las Salinas es un paso obligado desde el casco urbano del municipio hacia las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada, lo cual hace que si llegase a presentarse un desastre en esta zona, quedarían incomunicadas dichas veredas, afectando la economía del municipio, el ingreso de víveres, la salida de productos del sector agrícola, entre otros. Es por esto, que la zona de influencia se configura en este sector - Las Salinas - que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada con el casco urbano del municipio.

Por lo anterior, se realizará la evaluación financiera sólo sobre esta zona, que es una de las más afectadas por este tipo de fenómenos. El tiempo de estudio y la determinación de los resultados hacen que delimitemos nuestro proyecto a esta zona, y hacer un aporte importante al Plan Municipal de Gestión del Riesgo del municipio.

### **Pregunta de Investigación**

¿Qué beneficios económicos y sociales tendrá el municipio de NIMAIMA al mitigar los riesgos de deslizamiento en el sector Las Salinas que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada con el casco urbano del municipio?

### **Variables del Problema**

#### **Variable independiente**

Es el factor causal dentro de la investigación. Es la causa supuesta de algún cambio en la variable dependiente.

Es la variable que al presentarse, hace que se sucedan cambios en el entorno y tienen un efecto directo en la variable dependiente.

De esta forma, la variable independiente de nuestro proyecto es el RIESGO, debido a que, en los estratos geotécnicos de la zona, los movimientos en masa tienen su origen en las pronunciadas pendientes, el tipo de afectación climática, la geología y topografía de la zona, de manera que si se presenta un evento de riesgo como el deslizamiento de tierra,

afectara nuestra variable dependiente que es la economía, concluyendo así, que el riesgo de deslizamiento afecta la salida y entrada de mercancía y por ende afectando la economía.

### **Variable dependiente**

Es el factor cambiante dentro de la investigación cuyo comportamiento termina siendo afectado por factores externos. De ahí su nombre, ya que “depende” de los cambios que sufra la variable independiente.

Igualmente se define como variable dependiente la Economía del municipio, ya que al presentarse el riesgo de deslizamiento en el sector Las Salinas, se pierde el ingreso y salida de insumos, principalmente del sector panelero, y del gremio de transportadores, afectando así la economía rural del municipio.

### **Justificación**

En el municipio de NIMAIMA los deslizamientos y movimientos de las capas geotécnicas afectan actualmente no solamente la parte vial sino la estabilidad de terrenos donde se presentan asentamientos poblacionales, como es el caso de la vereda Teresa, donde por la complejidad de los suelos y la falta de análisis y estudios relacionados con soluciones geotécnicas y financieras, no han podido controlar los problemas de inestabilidad y deslizamientos, también se ha identificado que los deslizamientos de terrenos de la zona tienen su origen en las pronunciadas pendientes, el tipo de afectación climática, la geología y topografía.

Con este proyecto queremos incentivar la mejora en el plan de gestión de riesgos del municipio, aportando nuestros conocimientos y trayectoria y concientizar a las autoridades de la importancia y beneficio social y humano e incluso económico que tiene la prevención para evitar grandes catástrofes, teniendo como referencia los últimos acontecimientos en el país que han dejado pérdida de vidas humanas y una gran destrucción.

Las acciones formuladas deben constituirse en proyectos de inversión en las entidades, instituciones y organizaciones municipales, incorporándose en sus respectivos planes y promover el funcionamiento de las acciones con la participación conjunta de entidades del nivel municipal, regional, nacional con la participación activa de las comunidades beneficiadas para buscar el aprovechamiento de las posibles acciones a solucionar y promover la planeación y ejecución de acciones con participación y cooperación de las comunidades del municipio.

Mediante esta investigación se plantea dar propuestas técnicas y de apoyo administrativo en la toma de decisiones de los proyectos relacionados a la mitigación de los riesgos de deslizamiento, lo que nos permitirá comparar la rentabilidad económica y social entre la conveniencia de la ejecución de obras para la mitigación de estos riesgos, y qué impacto económico y social generaría al municipio el no ejecutarlas.

De esta manera queremos dar una herramienta principalmente a la Alcaldía Municipal de Nimaima – Cundinamarca, con la cual pueda tomar decisiones de inversión a las obras de mitigación del riesgo de deslizamientos, el cual es el principal problema planteado en el sector Las Salinas.

Con esta iniciativa buscamos incentivar el ahorro de recursos para el municipio en la atención a deslizamientos de tierra, mejorar la transitabilidad del sector panelero, el cual es uno de los más importantes en la economía rural del municipio y el transporte público rural que afecta el tráfico de personas a sus empleos, colegios, y demás actividades cotidianas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el beneficio económico y social que representaría la mitigación oportuna de los riesgos de deslizamiento, en el sector Las Salinas que comunica las veredas Pinzaima, Teresa, Cerro y Tarjada con el Casco Urbano del municipio de Nimaima.

### **Objetivos específicos**

Recopilar información histórica para la creación de los flujos de caja del proyecto, implica evaluar los costos de las obras para la mitigación de deslizamientos en las zonas de riesgo en el sector Las Salinas, y los costos generados al municipio históricamente en atención y manejo de desastres asociados a este tipo de fenómenos.

Evaluar económica y socialmente, mediante métodos de evaluación financiera dinámicos, como: el valor presente neto, la tasa interna de retorno, el índice de rentabilidad o relación beneficio- costo, la viabilidad de la ejecución de obras de prevención para la mitigación de los riesgos de deslizamiento

Evaluar y gestionar las posibles alternativas para la disminución de los riesgos de deslizamiento y sus posibles soluciones técnicas y financieras, para contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

### **Cronograma**

A continuación, se presentan el cronograma de actividades a desarrollar en el proyecto (véase la Tabla 1)



**Tabla 1. Cronograma de Actividades**

RENTABILIDAD ECONOMICA Y SOCIAL PARA LA MITIGACION DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS EN EL KM (1+500) SECTOR LAS SALINAS QUE COMUNICA LAS VEREDAS PINZAIMA, TERESA, EL CERRO Y TARJADA CON EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE NIMAIMA CUNDINAMARCA																								
CRONOGRAMA DE PROYECTO																								
ANTEPROYECTO								PROYECTO FINAL																
No	ITEM	MAYO				JUNIO		JULIO	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	
1	Recopilación de datos e información correspondiente a: Informes, estudios y antecedentes que tengan relación con la zona de estudio en cuanto a escenarios de riesgo de gran magnitud presentados. Verificación del plan de gestión del riesgo actual o existente en el municipio de Nimaima Cundinamarca	X	X	X																				
2	Análisis y evaluación de soluciones técnicas de las obras de protección para mitigar el riesgo de deslizamientos en masa, determinación de propuesta técnico-económica más acertada para el manejo del riesgo por parte del municipio				X	X	X	X	X	X	X	X												
3	Análisis y selección de información para la creación de flujos de caja para el proyecto.												X	X										
4	Calculo y evaluación financiera, mediante los métodos de valor presente neto, tasa interna de retorno e índice de rentabilidad o relación beneficio – costo para determinar si se debe realizar o no la inversión de las obras de mitigación por parte del municipio														X	X	X							
5	Evaluación de los costos económicos y sociales para el municipio en el caso de presentarse el evento sin la construcción de obras de protección, los costos destinados por el municipio para la prevención del riesgo.																X	X						
6	Entrega de informe de campo con recomendaciones en el que se describen los métodos utilizados para aplicación de esta evaluación a la rentabilidad económica y social para mitigar los posibles eventos de deslizamientos en dicho sector																		X	X	X			

Fuente: Los Autores

## Presupuesto

**Tabla 2. Presupuesto del Proyecto**

<b>Item</b>	<b>Valor</b>
Transporte y salidas de campo	\$ 1.000.000
Equipos, software y servicios técnicos	\$ 1.200.000
Materiales y suministros	\$ 500.000
Material bibliográfico y fotocopias	\$ 250.000
Imprevistos	\$ 350.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.300.000</b>

Fuente: Los Autores

## **Marcos de Referencia**

### **Marco Conceptual**

Un desastre como su nombre lo indica, es un proceso que se desencadena del resultado de varias manifestaciones de origen natural y/o provocado por la intervención humana. La existencia de un posible desastre, supone la presencia de determinadas que alteran una condición de riesgo.

Por décadas en Colombia se han presentado fenómenos naturales que han venido afectando a la gran mayoría de población en todo el territorio. El Municipio de Nimaima no ha sido ajena a este tipo de inconvenientes de la naturaleza y de esta manera a través de las normas que rigen la materia se pretende dar un enfoque de gestión permitiendo de forma clara incluir competencias y actividades que puedan articular todos los sistemas que integran la gestión del riesgo.

La definición del proceso general de la gestión del riesgo de desastres y, en particular, la insistencia en que el mismo:

Se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población. (Congreso de Colombia, 2012)

Para el Municipio de Nimaima desde el riesgo lo que pretende es dimensionar para efectos de la gestión las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un tiempo o lugar determinado. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2003)

A continuación, se mencionan algunos conceptos:

### **Riesgo**

Su definición se puede asociar a un evento o condiciones inciertas, que pueden ocasionar efectos negativos sobre una comunidad.

### **Gestión del riesgo**

Es una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2014)

### **Deslizamientos de Tierra**

Es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas. Un Terremoto violento también puede desencadenar decenas de miles de deslizamientos de diversa gravedad y los mismos varían según el tipo de movimiento caídas, deslizamientos, derrumbe. (Ecured, s.f.).

### **Características**

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos, la Topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes),

orientación de las fracturas o grietas en la tierra, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y la erosión (por actividad humana y de la naturaleza). (Ecured, s.f.)

### **Origen.**

Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas. Un Terremoto violento también puede desencadenar decenas de miles de deslizamientos de diversa gravedad y los mismos varían según el tipo de movimiento caídas, deslizamientos, derrumbe. (Ecured, s.f.)

En todos los casos los deslizamientos o movimientos de masa no son iguales, y para poder evitarlos o mitigarlos es indispensable saber las causas y la forma como se originan. Estas son algunas de las formas más frecuentes

### **Tipos de deslizamientos**

#### **Deslizamiento de Caída**

Estos movimientos ocurren cuando el material rocoso de cualquier tamaño se desprende de una ladera bastante inclinada y su recorrido se realiza en gran parte a través del aire, saltando o rodando, dependiendo de la inclinación de la ladera (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR, s.f.). Aunque la cantidad de material removido puede ser chico, la velocidad del movimiento es siempre muy alta.

### **Deslizamiento por Volcamiento**

Este tipo de movimiento está compuesto por una lenta inclinación de rocas duras (competentes, frágiles) arriba de roca blanda (incompetente, dúctiles) y el vuelo rápido de las rocas inclinadas.

### **Deslizamientos Rotacionales**

La superficie del deslizamiento ocurre internamente en el material de forma aproximadamente circular o cóncava. Las salidas de las superficies circulares de rotura pueden ocurrir en diferentes partes de un talud. Así tenemos superficie de rotura de pie de talud y superficie de rotura de base de talud. La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada y se ve acelerada generalmente con lluvia excesiva. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR, s.f.)

### **Deslizamientos traslacionales**

En este tipo de deslizamiento la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo a lo largo de una superficie más o menos planar o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación. Los deslizamientos traslacionales están controlados por las fracturas de las rocas y la resistencia de los materiales. Cuando este tipo de deslizamiento ocurre en rocas es muy lento. En suelos con pendiente pronunciada, se acelera con la lluvia y puede ser muy rápido (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR, s.f.)

### **Deslizamiento con extensiones laterales**

El movimiento consiste en una extensión lateral controlada por fracturas. Puede ocurrir en rocas con diferente resistencia o bien sobre suelos. Cuando se producen en rocas se desarrollan con lentitud; cuando se producen en suelos puede ser considerablemente

rápido durante terremotos y representar en estos casos, una alta amenaza. (Sanabria Rincon)

### **Deslizamiento por flujos**

Estos movimientos se producen en rocas, escombros y suelos; en los últimos dos casos están relacionados con una saturación de agua principalmente en los periodos de lluvia intensa. El movimiento generalmente es muy rápido y por eso es muy peligroso. (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR, s.f.)

### **Deslizamiento por Reptación**

Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar en la curvatura de las rocas y troncos de los árboles, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR, s.f.)

### **Muros de gravedad**

Son aquellos cuyo peso contrarresta el empuje del terreno. Dadas sus grandes dimensiones, prácticamente no sufre esfuerzos flectores, por lo que no suele armarse. Los muros de gravedad a su vez pueden clasificarse en:

Muros de hormigón en masa. Cuando es necesario, se arma el pie (punta y/o talón)

Muros de mampostería seca. Se construyen mediante bloques de roca (tallados o no).

Muros de escollera. Se construyen mediante bloques de roca de mayor tamaño que los de mampostería.

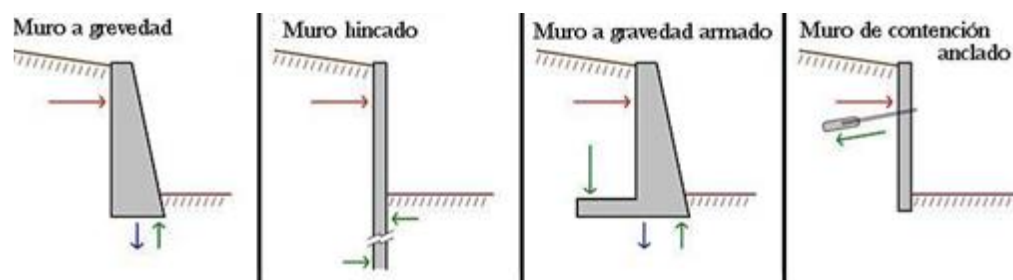
Muros de gaviones. Son muros mucho más fiables y seguros que los de escollera ya que, con estos, se pueden realizar cálculos de estabilidad y, una vez montados, todo el muro funciona de forma monolítica.

Muros prefabricados o de elementos prefabricados. Se pueden realizar mediante bloques de hormigón previamente fabricados.

Muros aligerados. Aquellos en los que los bloques se aligeran (se hacen huecos) por diversos motivos (ahorro de material, reducción de peso...).

Muros jardinera. Si los bloques huecos de un muro aligerado se disponen escalonadamente, y en ellos se introduce tierra y se siembra, se produce el muro jardinera, que resulta mucho más estético, y de menor impacto, ver rocalla.

Muros seco. Constituido por piedra de 8"@10" que van sobre puestos y amarrados entre sí, no lleva ningún tipo de mortero o concreto, conforme se va construyendo se va rellenando con piedras de lugar o cascajo de 3/4" de diámetro en caso que se utilice con drenar el agua. (Enciclopedia Academic, s.f.)



Fuente: Enciclopedia Academic (s.f.). Muros de Contención

**Figura 1. Tipos de Muros de Contención**



## **Muros Estructurales**

Son muros de hormigón fuertemente armados. Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro. Presentan un saliente o talón sobre el que se apoya parte del terreno, de manera que muro y terreno trabajan en conjunto. Siempre que sea posible, una extensión en el puntal o la punta con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica. (Enciclopedia Academic, s.f.).

Tipos distintos de muros estructurales son los muros "en L", "en T invertida". En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Es en estas ocasiones cuando se utilizan los muros en L.

Como se ha indicado, en ocasiones muros estructurales verticales de gran altura presentan excesivas flexiones. Para evitar este problema surge el 'muro con contrafuertes', en los que se colocan elementos estructurales (contrafuertes) en la parte interior del muro (donde se localizan las tierras). Suelen estar espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro. También existen muros con contrafuertes en la parte exterior del mismo. (Licas Redolfo, s.f.)

En ocasiones, para aligerar el contrafuerte, se colocan elementos con un tirante (cable metálico) para que trabaje a tracción. Surgen así los muros atirantados

## **Muros de tierra armada y de suelo reforzado**

Los muros de tierra armada son mazacotes de terreno (grava) en los que se introducen armaduras metálicas con el fin de resistir los movimientos. Con ello se consigue que el material trabaje como un todo uno. La importancia de esta armadura consiste en brindarle cohesión al suelo, de modo de actuar disminuyendo el empuje de tierra que

tiene que soportar el muro. La fase constructiva es muy importante, ya que se tiene que ir compactando por capas de pequeño espesor, para darle una mayor resistencia al suelo.

Se le suelen colocar escamas (planchas de piedra u hormigón), sin fin estructural alguno, sino para evitar que se produzcan desprendimientos.

Los muros de tierra armada pueden rematarse también con bloques de hormigón huecos, rellenos de tierra, y sembrados, creando muros jardinera.

Análogamente a los muros de tierra armada, se pueden recubrir con escamas, o rematarlos con muros jardinera. Aunque existe otra alternativa, que consiste en colocar un geotextil sobre la ladera del muro, y cubrirlo de tierra y semillas. Surge así un 'muro vegetalizado'. (Licas Redolfo, s.f.).

## **Marco Teórico**

### **Análisis de la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia: un aporte para la Construcción de Políticas Públicas**

En forma acumulativa, durante los últimos 40 años los desastres han ocasionado pérdidas que alcanzan los US\$ 7.100 millones, es decir, un promedio de pérdidas anuales de US\$ 177 millones. Entre 1970 y el 2011 se han registrado más de 28.000 eventos desastrosos, de los cuales cerca del 60% se reportan a partir de la década de 1990. Además, durante el 2010 y el 2011, en tan sólo 15 meses, se alcanzó una cifra equivalente a la cuarta parte de los registros y los muertos de la década anterior.

Hay un evidente incremento en la ocurrencia de eventos desastrosos, pasando de 5.657 registros, entre 1970 y 1979, a 9.270 registros, entre el 2000 y el 2009, lo cual está relacionado no sólo con la disponibilidad y calidad de las fuentes de información,

sino principalmente con el aumento de la población y los bienes expuestos. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2014)

En la actualidad, la distribución del nivel de exposición indica que en Colombia los desastres ocurren en todo el país, pero sus repercusiones económicas, sociales y ambientales han ido en aumento, siendo generalmente mucho mayores en los países en desarrollo. Los desastres pueden eclipsar años de inversión para el desarrollo de los países, pero a su vez, las causas del riesgo pueden estar arraigadas en errores y problemas de los mismos procesos de desarrollo del territorio alcanzando una amenaza sísmica del 36%, un 28% en alto potencial de inundación y el 8% en amenaza por movimientos en masa (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2014). Mientras los eventos geológicos ocasionan grandes pérdidas concentradas en un territorio y en un lapso relativamente corto, los fenómenos hidrometeorológicos generan impactos más localizados, pero de alta frecuencia, lo cual de manera acumulativa en el tiempo significa pérdidas, incluso mayores a las asociadas los eventos sísmicos y erupciones volcánicas.

El Gobierno del presidente Santos enfrenta desde el inicio de su mandato uno de los más grandes desastres en la historia del país, tanto por su extensión como por el impacto sobre la población y los daños económicos, e identifica, entre otros aspectos, la necesidad de revisar integralmente las políticas de gestión del riesgo (Campos , y otros, 2012). Las consecuencias asociadas al fenómeno de La Niña 2010-2011 reflejan de una manera contundente la complejidad de las condiciones de riesgo existentes en el país y las vacías deficiencias frente a su gestión, ocasionando pérdidas económicas estimadas en \$8,6 billones (corte a febrero del 2011, BID y CEPAL). Asimismo, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) visibiliza la necesidad de contar con una estrategia de corto y largo plazo que permita reducir sustancialmente la afectación de la población y el impacto económico de los desastres.

En este contexto, la situación vivida ha hecho que el presente gobierno tome la decisión de revisar integralmente las políticas de gestión del riesgo, solicitando a través del DNP, al Banco Mundial un análisis de la evolución que ha tenido el país en este tema.

Reconociendo que en Colombia existen factores de riesgo que no han sido reducidos a niveles admisibles, es fundamental consolidar una política de gestión del riesgo de desastres efectiva, articulada a la planificación del desarrollo, a la sostenibilidad ambiental y a la seguridad territorial. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2014).

Por lo anterior, a principios del 2011 el Gobierno Nacional solicitó el apoyo del Banco para la elaboración del Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, quien a su vez gestionó una donación con el Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de desastres (GFDRR) para la realización de este estudio.

Dicha colaboración se realiza en el marco de la agenda que, en materia de gestión del riesgo, el Banco Mundial ha mantenido con el gobierno colombiano desde 1999. El Banco ha estado vinculado al trabajo de la temática de gestión del riesgo en Colombia desde finales de la década de 1990, cuando se realizó el Programa Integral de Reconstrucción después del sismo del Eje Cafetero; y a partir del 2002, a través del Programa de Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal del Estado frente a Desastres (DVRP, APL 1), un componente subnacional para Bogotá (APL 2), y con el Proyecto de Préstamo de Política de Desarrollo con opción de desembolso diferido (CAT DDO). Actualmente, se está planificando una segunda fase del Programa de reducción de la Vulnerabilidad DVRP nacional y un nuevo CAT DDO, para los cuales el resultado del presente trabajo se considera un insumo. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2014)

El objetivo de este análisis es identificar el estado de avance y las recomendaciones que permitan al gobierno de Colombia formular las bases y prioridades para ajustar las políticas públicas en esta materia con una perspectiva de corto a largo plazo, contribución que se produce en un momento político importante por las reformas institucionales, organizacionales y normativas que están desarrollándose.

El documento es un esfuerzo pionero en América Latina y el Caribe, como escenario propicio para su implementación en Colombia y constituye un trabajo complementario

para alentar el cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 y avanzar en el proceso de recuperación y reconstrucción asociado al pasado fenómeno de La Niña 2010-2011.

### **Evaluación del peligro de deslizamiento de tierra**

Usualmente los deslizamientos no están sujetos a una evaluación del peligro pues no hay una base para determinar la probabilidad de su ocurrencia en determinado período de tiempo. La evaluación de peligro es posible y se puede hacer en vez de la evaluación del riesgo. Las evaluaciones de peligro son estimaciones de la susceptibilidad de un área a los deslizamientos con base en unos pocos factores importantes. Cada uno de estos factores se puede cartografiar y permite que diferentes áreas sean evaluadas respecto a su relativa susceptibilidad a deslizamientos.

Tres principios orientan la evaluación del peligro de deslizamiento. Primero, los deslizamientos futuros probablemente ocurrirán bajo las mismas condiciones geomórficas, geológicas y topográficas en que se han producido en el pasado y en la actualidad. Segundo, las condiciones y procesos subyacentes que causan los deslizamientos son comprendidos. Tercero, la importancia relativa de las condiciones y procesos que contribuyen a la ocurrencia de los deslizamientos puede ser determinada y se puede asignar a cada cual alguna medida que refleje su contribución (Varnes, 1985). El número de condiciones presentes en un área puede ser tratado como un conjunto de factores para establecer el grado de peligro potencial presente. (DeGraff, Brabb, & King, 1993)

El peligro de deslizamiento ha sido determinado con un alto grado de confiabilidad sólo para unos pocos lugares. Estos han requerido de estudios cuidadosos y detallados sobre la interacción de condiciones pertinentes, permanentes y variables, en el área objetivo. Esto puede ser un proceso muy costoso y que requiera mucho tiempo, que no sería justificado para los propósitos de la planificación para el desarrollo a gran

escala. La zonificación del peligro de deslizamiento es una técnica que se puede usar en las primeras etapas de un estudio de planificación.

La mayoría de los procedimientos de evaluación para la zonificación del peligro de deslizamiento, emplean unos pocos factores físicos importantes o significativos para estimar el peligro relativo. El método aquí descrito requiere un mínimo de tres factores que ya fueron mencionados: la distribución de deslizamientos anteriores, el tipo de roca firme, y la calidad de la pendiente, y se puede añadir un cuarto, el factor hidrológico, para reflejar el importante rol que frecuentemente tienen las aguas subterráneas en la ocurrencia de deslizamientos. (DeGraff, Brabb, & King, 1993)

Cada factor está representado de manera cuantitativa o semi-cuantitativa para facilitar la identificación de diferentes grados de peligro de deslizamiento en un área. Dado que todos estos son características permanentes, usualmente es posible cartografiar cada factor. Las combinaciones específicas de estos factores pueden ser asociadas con diferentes grados de peligro de deslizamiento. Ampliando estas combinaciones a toda el área, se produce un mapa de peligro de deslizamiento.

### **Factores asociados con la actividad de deslizamientos de tierra**

La distribución de deslizamientos anteriores dentro del área, el tipo de roca firme y la calidad de la pendiente representan, respectivamente, los factores geomórficos, geológicos y topográficos (DeGraff, Brabb, & King, 1993). Cada uno de estos factores se describe en mayor detalle más adelante, para dar al planificador un mayor conocimiento de su contribución a los deslizamientos. La sección final, "C. Cartografía de factores físicos y preparación de un mapa de peligro de deslizamiento", proporciona información sobre la cartografía.

## Deslizamientos del pasado y su distribución

A fin de interpretar la probabilidad de futuros deslizamientos se requiere comprender las condiciones y procesos que controlaron los deslizamientos anteriores en el área de interés. Esto se puede lograr examinando y cartografiando los anteriores deslizamientos. Las circunstancias geológicas, topográficas, e hidrológicas asociadas con anteriores deslizamientos indican cuales circunstancias naturales, o artificialmente creadas, son las más probables a producir deslizamientos en el futuro. (DeGraff, Brabb, & King, 1993).

Una consideración primaria del planificador es el efecto del uso actual de tierras sobre los deslizamientos. Ciertos tipos de deslizamientos pueden estar asociados con ciertos usos de tierra. Por ejemplo, ciertos deslizamientos sólo pueden ocurrir en cortes de carreteras o excavaciones. Podría haber una relación crítica de altura con inclinación de taludes, inferior a la cual no ocurrirán deslizamientos. Los estudios de campo pueden dar luces sobre los diferentes factores que han contribuido a las fallas. En algunas investigaciones se han empleado formatos especiales para asegurar la recolección consistente de información complementaria. Un resumen de las observaciones sobre condiciones de deslizamientos y procesos está incorporado en cada inventario de deslizamientos, p.e., en Pomeroy (1979), y cartografiado. (DeGraff, Brabb, & King, 1993)

A fin de llevar a cabo la planificación para el desarrollo en áreas expuestas a deslizamientos, un planificador debe saber:

La distribución de deslizamientos en el pasado

Tipos de roca firme

Qué tan fuertes son las pendientes

Las medidas indirectas disponibles de las características hidrológicas del área

Los efectos que las actividades de desarrollo pueden tener sobre la susceptibilidad a deslizamientos de tierra.

### **Roca firme**

La roca firme tiene influencia sobre la ocurrencia de deslizamientos de varias maneras. Una roca débil, incompetente, probablemente ha de fallar más que roca fuerte y competente. En pendientes donde queda expuesta roca débil cubierta por roca fuerte, la diferencia de resistencia también aumenta el potencial de deslizamiento de la roca más fuerte, dado que la roca débil tiende a erosionar y socavar la roca más fuerte.

La resistencia de una masa rocosa depende del tipo de roca y de la presencia y naturaleza de discontinuidades tales como uniones u otras fracturas. Cuantas más discontinuidades se encuentren en la roca firme, mayor será la probabilidad de inestabilidad de la roca. El tipo de roca puede ejercer control sobre deslizamientos por su influencia sobre la resistencia del material de superficie en el área. Por ejemplo, los suelos (en términos de ingeniería, no de la agricultura) derivados de esquistos o pizarras, contendrán mayores porcentajes de arcilla. Estos suelos tendrán características de resistencia diferentes a los suelos de granos gruesos tales como aquellos derivados de roca granítica. Hay muchas formas, entonces, según las cuales el tipo de roca o su estructura contribuyen a la inestabilidad, lo cual puede ser presentado en un mapa. (Barajas, 2006)

### **Calidad de pendientes o inclinación**

La influencia de la calidad de pendiente sobre la ocurrencia de deslizamientos es el factor más fácil de comprender. Generalmente, las pendientes más pronunciadas tienen mayor probabilidad de deslizamientos. Esto no impide que ocurran deslizamientos en pendientes suaves. Otros factores pueden contribuir a que una pendiente suave sea especialmente propensa a fallar y así, en esta situación, se podría determinar que tiene un potencial relativamente alto de peligro. Por ejemplo, en condiciones de aguas subterráneas cercanas a la superficie y suelos arenosos, podría ocurrir licuefacción durante un terremoto. Esto puede causar deslizamientos en pendientes tan pequeñas como del 5% a 10%. A la inversa, las pendientes más pronunciadas pueden no ser siempre las más peligrosas. Las pendientes pronunciadas



son menos proclives a acumular una gruesa capa de material en superficie, la cual estaría sujeta a ciertos tipos de deslizamientos. La calidad de la pendiente puede ser cartografiada usando mapas topográficos generalmente disponibles. (Barajas, 2006).

### **Factor hidrológico**

El agua se reconoce como factor importante en la estabilidad de las pendientes - casi tan importante como la gravedad. La información sobre nivel de la napa freática y sus fluctuaciones, raramente se encuentra disponible. Para representar el factor hidrológico en las evaluaciones de peligro de deslizamiento, se pueden usar medidas indirectas que pueden ser cartografiadas para mostrar la influencia de la hidrología del área, tal como la vegetación, la orientación de las pendientes (aspecto), o zonas de precipitación. (DeGraff, Brabb, & King, 1993)

El tipo y densidad de vegetación frecuentemente reflejarán las variaciones en las aguas subterráneas de un área determinada; ciertas especies buscan el agua (freatofílicas). La presencia de estas especies sugiere una capa freática cerca de la superficie y presencia de manantiales. En las regiones montañosas los diferentes microclimas producen diversas condiciones hidrológicas que, a su vez, producen comunidades de plantas que varían de acuerdo con la cantidad de humedad disponible a la pendiente y su distribución durante el año.

La orientación de las pendientes (aspecto) se refiere a la dirección hacia la cual da cara a la pendiente. Puede ser una medida indirecta de la influencia climática sobre las características hidrológicas del paisaje. Algunas características importantes asociadas con los deslizamientos están relacionadas con factores tales como la recarga de aguas subterráneas resultante de los vientos dominantes y su influencia sobre las tormentas locales frontales o de la nieve acumulada. En otros casos, una pendiente puede experimentar un mayor número de ciclos hielo/deshielo o húmedo/seco, lo cual puede reducir la resistencia del suelo y hacer más susceptible a deslizamientos al área. En general, debido a la complejidad de estos factores y las actividades de desarrollo

existentes, usualmente no hay una correlación directamente observable entre la orientación de la pendiente y el peligro de deslizamiento. (Barajas, 2006)

### **Efectos iniciados por el ser humano**

Además de los fenómenos naturales, las actividades humanas pueden aumentar la tendencia natural para que ocurra un deslizamiento. Los deslizamientos que resultan de las actividades de desarrollo, usualmente se originan por el aumento de humedad en los suelos o el cambio de forma en la pendiente. Las actividades de desarrollo tales como cortes y rellenos a lo largo de los caminos y la supresión de toda vegetación, pueden alterar enormemente la forma de la pendiente y las condiciones de las aguas subterráneas (Swanson y Dyrness, 1975). Así alteradas, éstas pueden aumentar significativamente el actual nivel de deslizamientos (Varnes, 1985, y Sidle, Pearce, y O'Lughlin, 1985).

Por ejemplo, convertir un área de bosques en pastizal, o en terreno de cultivo, puede aumentar tanto la humedad en el suelo como para causar problemas de deslizamiento (DeGraff, 1979). Construir un camino que corta la base de una pendiente pronunciada puede aumentar la susceptibilidad a deslizamientos. Considerando estos efectos muy al inicio del estudio, es posible reducir el impacto potencial de la actividad natural de deslizamientos, y limitar la ocurrencia de los iniciados por el desarrollo (Kockelman, 1985). (DeGraff, Brabb, & King, 1993)

Ahora que han sido cubiertos los puntos generales con respecto a la cartografía de diferentes características del terreno, la sección final proporciona detalle sobre las técnicas para ello, además presenta un método paso-a-paso para preparar un mapa de peligro de deslizamiento.

## **Muros de contención**

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía. Por ejemplo, en la construcción de vías férreas o de carreteras, el ancho de servidumbre de la vía es fijo y el corte o terraplén debe estar contenido dentro de este ancho.

De manera similar, los muros de los sótanos de edificios deben ubicarse dentro de los límites de la propiedad y contener el suelo alrededor del sótano. A diferencia de aquellos que forman parte de estructuras como los muros de sótanos, los muros de contención auto portantes son de varios tipos y los más comunes son:

El muro de gravedad, contiene la tierra trabajando únicamente con su peso propio, el muro de concreto reforzado en voladizo: consta de un cuerpo vertical que contiene la tierra y se mantiene en posición gracias a la zapata o losa base. En este caso, el peso del relleno por encima del talón, además del peso propio del muro, contribuye a la estabilidad de la estructura. Puesto que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro.

Para reducir los momentos flectores en muros verticales de gran altura, se utilizan contrafuertes espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro. En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Siempre que sea posible, una extensión en el puntal con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica.

Cuál de los tres tipos de muros es el más apropiado en determinado caso depende de una variedad de condiciones como la disponibilidad local, el precio de los materiales de construcción y los derechos de propiedad. En general, los muros de gravedad son económicos sólo para muros relativamente bajos, probablemente hasta unos 10 pies. Los muros en voladizo son económicos para alturas entre 10 y 20 pies, mientras que los muros con contrafuertes se utilizan para alturas mayores. (Nilson, 2001)

### **Métodos de evaluación del proyecto**

#### **El valor presente neto (VPN)**

Es el valor presente de flujos de caja futuros, actualizados a la tasa apropiada, menos el coste de la inversión inicial.

En este método se trata de calcular el valor de un proyecto de inversión en pesos actuales. La manera de hacerlo es descontando al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial.

El valor así obtenido es el Valor Actual Neto del proyecto. Si este valor es positivo, el proyecto debería ser aceptado, mientras que si es negativo lo rechazaríamos.

Si dos proyectos son mutuamente exclusivos escogeríamos aquel con un VAN superior. (Neira, 2008).

#### **La tasa interna de retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que iguala el valor descontado de los flujos de caja futuros con la inversión inicial. En otras palabras, es la tasa de descuento que iguala el valor presente neto a cero. (Constain Gallego, 2017)

El modo de decidir mediante la TIR si efectuamos la inversión, es comparar la TIR con el coste de capital. Si:

$TIR > i \Rightarrow$  Aceptar la inversión.

$TIR < i \Rightarrow$  Rechazar la inversión.

### **Relacion beneficio costo**

La relación beneficio costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto.

Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados. Al mencionar los egresos presentes netos se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador. (Váquiro , s.f.)

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

### **¿Cómo se calcula la relación beneficio costo?**

Se toma como tasa de descuento la tasa social en vez de la tasa interna de oportunidad.

Se trae a valor presente los ingresos netos de efectivo asociados con el proyecto.

Se trae a valor presente los egresos netos de efectivo del proyecto.

Se establece la relación entre el VPN de los Ingresos y el VPN de los egresos.

**¿Cómo se debe interpretar el resultado de la relación beneficio costo?**

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social.

Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto. (Váquiro , s.f.)

**Tasa de descuento**

El Índice de Precios al Consumidor o IPC, es un número sobre el cual se acumulan a partir de un periodo base las variaciones promedio de los precios de los bienes y servicios consumidos por los hogares de un país, durante un periodo de tiempo.

De manera más compleja se trata del indicador de la inflación de un país más conocido, y se constituye en un indicador de carácter coyuntural sobre el comportamiento de los precios minoristas de un país.

Técnicamente el IPC es un índice de canasta fija, correspondiente a un periodo base en el tiempo, construido sobre una variante de los índices tipo Laspeyres, que permite una actualización más rápida de la canasta para seguimiento de precios, según evolucione o cambie el gasto de consumo de los hogares de un país. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, s.f.)

## **Marco Jurídico o Normativo**

### **Ley 1523 de 2012**

El pasado 24 de abril, el Gobierno del Presidente Juan Manuel Santos sancionó la Ley 1523 de 2012 mediante la cual se establece, por primera vez, una política nacional para la gestión del riesgo. El siguiente texto entrega información general acerca del alcance de esta medida.

Planificación del desarrollo en todos los niveles de gobierno, gestión ambiental sostenible, participación comunitaria, reducción del riesgo, manejo de desastres por la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de los habitantes de Colombia. (Congreso de Colombia, 2012)

El riesgo de desastres en el POT será un condicionante del uso y ocupación del territorio.

La primera Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres para Colombia se estructura en ocho capítulos que organizan al país desde el nivel nacional al territorial, modifica la estrategia de asistencia a personas afectadas, permite tomar decisiones oportunas y ejecutar presupuestos necesarios para la atención de las emergencias, donde participan los sectores públicos, privados y comunitario.

Esta dinámica de organización es ahora una política de desarrollo, primordial para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, ya que está directamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población. (Colombia Comunitaria, 2011)

### **¿En qué consiste?**

En el primer capítulo, la ley define la gestión del riesgo como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Señala que es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano la gestión del riesgo, se basa en quince principios y contiene veintisiete definiciones para unificar conceptos y lenguaje. En su artículo 5° presenta al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como el conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias que garantizarán la aplicación de la ley de manera efectiva y organizada. (Colombia Comunitaria, 2011)

### **Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres**

La estructura del SNGRD queda definida en el capítulo dos, donde precisa los integrantes del sector público y privado que en su misión y responsabilidad velan por la gestión del desarrollo social, económico y ambiental sostenible, y la comunidad por su intervención en el desarrollo.

La dirección está en cabeza del Presidente de la República, le sigue el director de la UNGRD, los gobernadores y los alcaldes en su jurisdicción respectiva. El sistema está conformado por varias instancias de orientación y coordinación que optimizarán el desempeño de funciones y acciones. En su orden son:

Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.



Comité Nacional para la Reducción del Riesgo.

Comité Nacional para el Manejo de Desastres.

Consejos departamentales, distritales y municipales para la gestión del riesgo.  
(Colombia Comunitaria, 2011)

### **Instrumentos de Planificación**

El capítulo tres, señala los Instrumentos de Planificación basados en los Planes de Gestión del Riesgo. La UNGRD es la encargada de elaborar el Plan Nacional de Gestión del Riesgo y lo aprueba el Consejo Nacional, incluyendo el voto del Presidente o su representante.

Así mismo, en la Estrategia Nacional de Respuesta se busca la efectividad interinstitucional en los tres niveles del gobierno, la optimización de la prestación de servicios básicos como accesibilidad y transporte, comunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública, información geográfica, el manejo general de la respuesta y definición de estados de alerta, entre otros.

En el artículo 37, se aborda la responsabilidad de las autoridades departamentales, distritales, y municipales para elaborar sus planes de gestión del riesgo y estrategias de respuesta que se adoptarán mediante decreto. Noventa días después de sancionada ésta ley, es decir hacia finales de julio de 2012, todos deberán tener listos dichos planes y estrategias.

Cabe resaltar que la ley 1523 de 2012, enfatiza en que se incluya en los Planes de Ordenamiento Territorial, los análisis de riesgo en lo biofísico, económico y socio ambiental, ya que el riesgo de desastres será considerado como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, a fin de evitar nuevas condiciones de riesgo. Tanto

el plan como la estrategia, serán adoptados mediante decreto expedido por el gobernador o alcalde, según el caso.

En cuanto a la Cooperación Internacional, incluyendo el apoyo en la emergencia, se tendrá en cuenta el fortalecimiento del sistema nacional y de las entidades públicas, privadas y comunitarias que lo integran. Así mismo, la ayuda humanitaria mantendrá los principios de calidad, oportunidad, pertinencia y eficacia que rigen a nivel internacional. (Colombia Comunitaria, 2011).

### **Sistema de Información**

La UNGRD es la responsable de poner en marcha el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, el cual debe mantenerse actualizado y funcional con la integración de contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, como se explica en el capítulo cuarto. Su finalidad es fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres, reducción y respuesta a emergencias en el territorio nacional, a su vez, suministrar la información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles de gobierno.

Otros atributos del sistema de información son el acceso, promoción de estándares, producción de protocolos, soluciones tecnológicas, construcción, distribución y apropiación del conocimiento, seguimiento de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos del país, divulgación de la información, elaboración de estadísticas de afectación, articulación de sistemas de información de las entidades nacionales, departamentales, distritales y municipales; así mismo privilegiar el trabajo conjunto para producir, compartir y usar información geográfica necesaria para soportar el desarrollo del país.

En otras circunstancias, el sistema debe garantizar las limitaciones de acceso y uso al derecho de habeas data, privacidad, reserva estadística, los asuntos de defensa y

seguridad nacional, y en general, todos aquellos temas a los que la ley les haya otorgado el carácter de reserva. (Colombia Comunitaria, 2011).

### **Mecanismos de financiación**

A partir del artículo 47, en el capítulo quinto de la ley se establecen los mecanismos de financiación para la gestión del riesgo de desastres, que operarán a través del Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, creado con fines de interés público y asistencia social, y el cual continúa funcionando como una cuenta especial de la Nación, con independencia patrimonial, administrativa, contable y estadística conforme a lo dispuesto por el Decreto 1547 de 1984 y su modificación en el artículo 70 del Decreto 919 de 1989.

Los recursos que se reciban fuera del presupuesto nacional, los aportes presupuestales y las donaciones se mantendrán en dicha cuenta como una reserva especial hasta tanto cumplan los fines establecidos y se incorporan al presupuesto del FNGRD por autorización de la Junta Directiva. (Colombia Comunitaria, 2011).

### **Subcuentas para apoyar el financiamiento de la gestión del riesgo**

Otro de los aportes y novedades de la Ley 1523 de 2012, es la creación de varias subcuentas que fortalecerán el conocimiento, la prevención, reducción y mitigación, atención y gestión del riesgo en el país, estos son:

Subcuenta de Conocimiento del Riesgo.

Subcuenta de Reducción del Riesgo.

Subcuenta de Manejo de Desastres.

Subcuenta de Recuperación.

Subcuenta para la Protección Financiera. (Colombia Comunitaria, 2011).

### **Fondos territoriales**

Las administraciones departamentales, distritales y municipales, constituirán sus propios fondos de gestión del riesgo bajo el esquema del Fondo Nacional, como cuentas especiales con autonomía técnica y financiera, con el propósito de invertir, destinar y ejecutar sus recursos en la adopción de medidas de conocimiento y reducción del riesgo de desastre, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

Los Fondos se crearán en un plazo no mayor a noventa (90) días posteriores a la fecha en que se sancione la presente ley, es decir a finales de julio de 2012.

El Fondo podrá crear subcuentas para los diferentes procesos de la gestión del riesgo.

Los recursos destinados a los fondos son de carácter acumulativo y no podrán en ningún caso ser retirados del mismo, por motivos diferentes a la gestión del riesgo. (Colombia Comunitaria, 2011)

### **Declaratoria de desastres, calamidad pública y normalidad desastre**

Graves efectos que se desencadenan de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales, causando pérdidas humanas, daños materiales, económicos o ambientales, alterando las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, lo que le exige al Estado ejecutar acciones de respuesta, rehabilitación y reconstrucción. (Colombia Comunitaria, 2011)

### **Declaratoria de situación de desastre**

El Presidente de la República decretará la existencia de una situación de desastre y la clasificará según su magnitud y efectos como de carácter nacional, regional,

departamental, distrital o municipal, además pondrá en vigor las normas pertinentes del régimen especial para situaciones de desastre. (Colombia Comunitaria, 2011).

### **Declaratoria de situación de calamidad pública**

los gobernadores y alcaldes, podrán declarar la situación de calamidad pública en su respectiva jurisdicción, previo concepto favorable del Consejo Departamental, Distrital o Municipal de Gestión del Riesgo.

### **Calamidad pública**

Aplica de igual manera a la declaratoria y concepto de desastre.

### **Retorno a la normalidad**

El Presidente de la República decretará que la situación de desastre ha terminado y que ha retornado la normalidad, previa recomendación del Consejo Nacional.

### **Régimen especial para situaciones de desastre y calamidad pública**

#### **Régimen normativo**

En la misma declaratoria de desastre o de calamidad pública, las normas tratarán sobre contratación del Estado, empréstitos, control fiscal de recursos; ocupación, adquisición, expropiación, demolición de inmuebles e imposición de servidumbres; reubicación de asentamientos, solución de conflictos, moratoria o refinanciación de deudas, suspensión de juicios ejecutivos, créditos para afectados, incentivos para la rehabilitación, reconstrucción y el desarrollo sostenible; administración y destinación de donaciones y otras medidas tendientes a garantizar el regreso a la normalidad. (Congreso de Colombia, 2012).

### **Medidas especiales de contratación**

Salvo lo dispuesto para los contratos de empréstito interno y externo, los contratos que celebre la fiduciaria para el FNGRD o los celebrados por entidades ejecutoras que reciban recursos del fondo o los celebrados por las entidades territoriales y sus fondos de gestión del riesgo, relacionados directamente con actividades de respuesta, de rehabilitación y reconstrucción de las zonas declaradas en situación de desastre o calamidad pública, se someterán a la contratación entre particulares, con sujeción al régimen especial dispuesto en el artículo 13 de la Ley 1150 de 2007, y podrán contemplar cláusulas excepcionales de conformidad con lo dispuesto en los artículos 14 a 18 de la Ley 80 de 1993.

El capítulo séptimo, amplía la información sobre los regímenes de contratación de empréstitos, imposición de servidumbres, ocupación temporal de inmuebles, procedimiento y condiciones de la ocupación, acciones contencioso-administrativas, restitución oficiosa, adquisición de predios, negociación directa, expropiación por vía administrativa, declaratoria de utilidad pública e interés social, orden de demolición, ejecución de la demolición, disposición de bienes, transferencia de recursos, proyectos de desarrollo urbano, redes y servicios de telecomunicaciones, levantamiento de restricciones, emergencias viales, intervención de vías – INVÍAS, refinanciación, usuarios de crédito afectados, suspensión en procesos ejecutivos, destinación y administración de donaciones. (Congreso de Colombia, 2012).

### **Y las disposiciones finales**

El capítulo ocho trata de la reglamentación territorial, contiene un artículo transitorio de declaratorias anteriores, habla sobre la libertad de prensa, el control de recursos de desastres y la vigencia de ley, que rige a partir de la fecha 24 de abril de 2012, y deroga las disposiciones que le sean contrarias. Así quedó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres para Colombia. (Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2011).

**Acuerdo n. ° 029 de 2000**

Por medio del cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Nimaima – Cundinamarca.

**Ley 388 de 1997**

Por la cual se modifica la ley 9 de 1989, y la ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la Ley 9 de 1989 con las nuevas normas establecidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental. (Colombia)

El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes. (Colombia)

Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres. (Colombia)

Promover la armoniosa concurrencia de la Nación, las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las instancias y autoridades administrativas y de planificación, en el cumplimiento de las obligaciones constitucionales y legales que prescriben al Estado

el ordenamiento del territorio, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. (Colombia)

Facilitar la ejecución de actuaciones urbanas integrales, en las cuales confluyan en forma coordinada la iniciativa, la organización y la gestión municipales con la política urbana nacional, así como con los esfuerzos y recursos de las entidades encargadas del desarrollo de dicha política. (Colombia).

### **Marco Geográfico**

El municipio de Nimaima está localizado sobre el corredor vial de la Troncal de Occidente, en influencia de la Autopista Medellín, en la región metropolitana más dinámica del país, tanto demográfica como económicamente, integrado a los municipios de La Vega y Villeta, la conurbación de occidente.

Esta región del país juega un papel importante teniendo en cuenta que su población es dinámica y tiene gran influencia en la parte económica a nivel nacional.

En este aspecto se evidencian nuevos retos para la región y sus municipios aledaños para así tener un plan de ordenamiento municipal para satisfacer las necesidades de la comunidad ante la demanda del suelo urbanizable, empleo, infraestructura y servicios públicos en condiciones de sostenibilidad y competencia. Para ello es necesario que estos municipios de manera conjunta, asuman el ordenamiento territorial de la región garantizando que la ocupación futura se realice de forma eficiente y sostenible (Del Castillo, 2001).

### **Municipios vecinos**

Como se observó en la Tabla 2, se relacionan los municipios con los cuales colinda el municipio de Nimaima, así también en Figura 1 se relaciona su respectiva conectividad

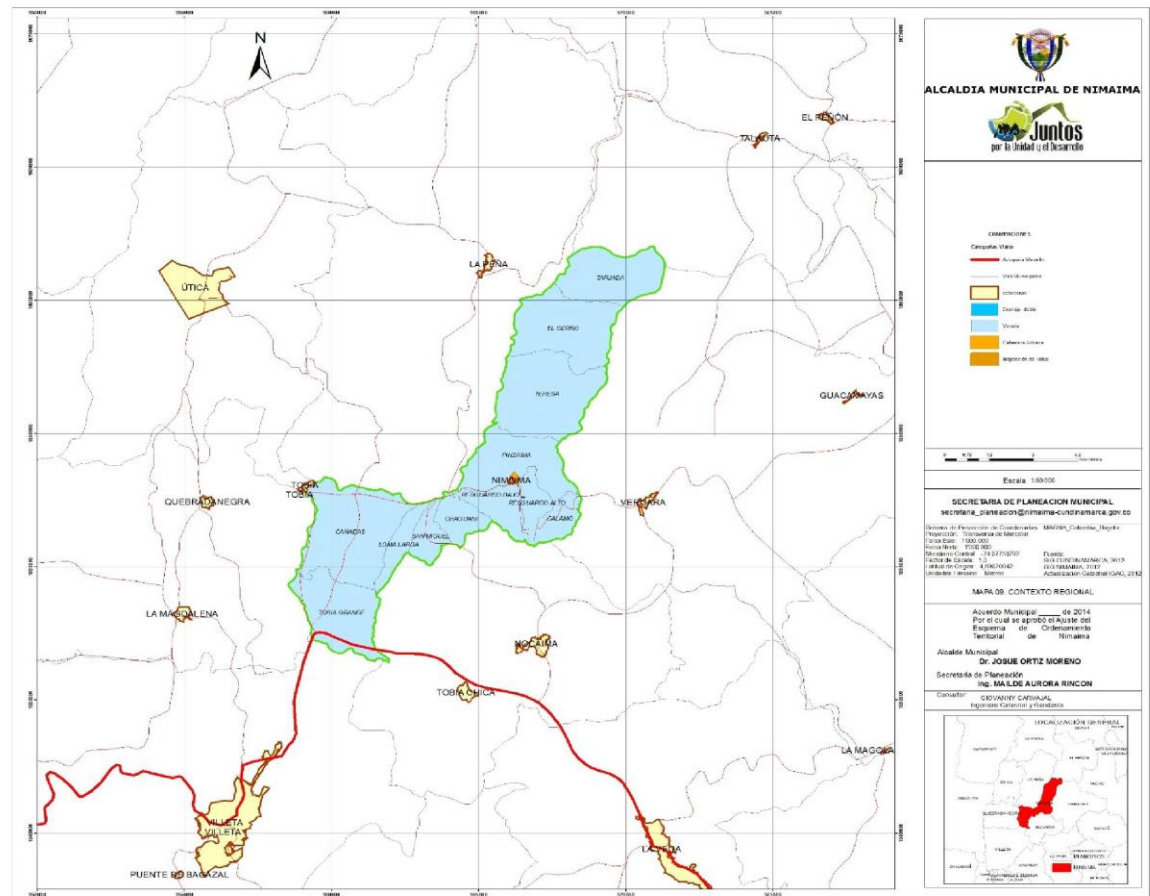


por vías de comunicación, como lo son dos centros regionales de acopio Villeta y La Vega.

Tabla 3. Límites Municipales

Punto Cardinal	Límite
Norte	Con el municipio del Peñón
sur	Con el municipio de Villeta
Este	Con los municipios de Vergara y Nocaima
Oeste	Con los municipios de la Peña, Útica y Quebrada Negra

Fuente: Alcaldía Municipal de Nimaima, (2014). Plan de desarrollo



Fuente. Sistema de Información Geográfica (2014). Nimaima

Figura 2. Mapa Contexto Regional

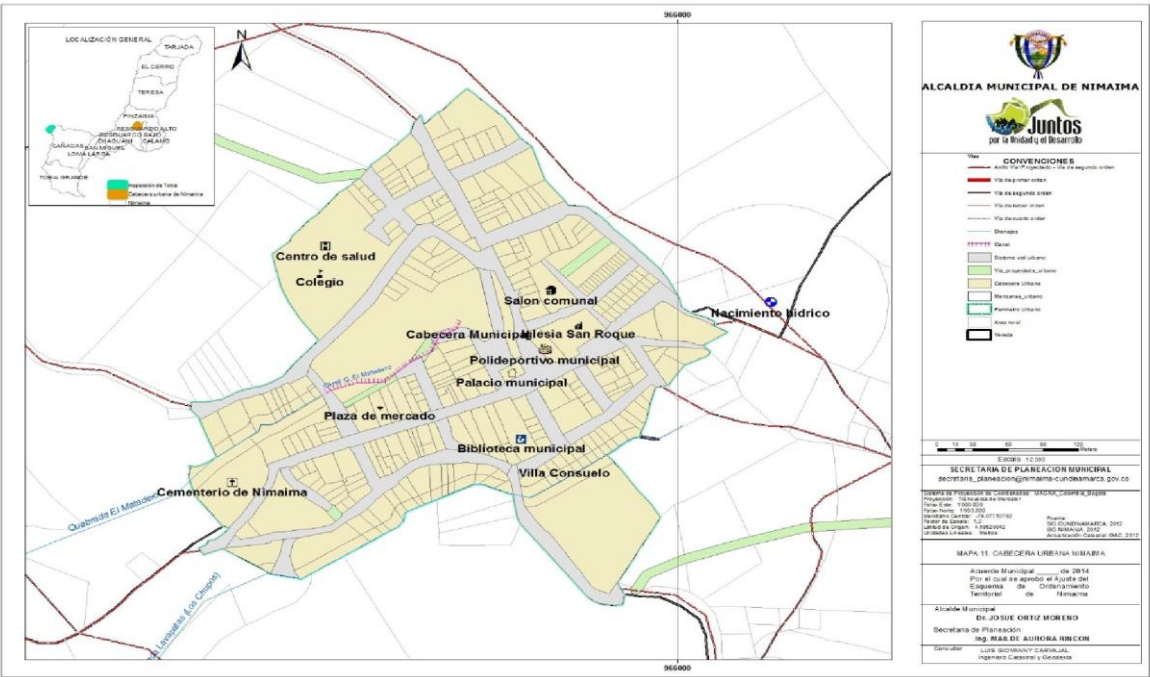
**Extensión del área urbana**

Según los datos almacenados en el Sistema de Información Geográfica Municipal de Nimaima, ver tabla 2, la cabecera urbana del municipio ocupa una extensión de 13,06 hectáreas equivalentes al 0,22% del total de superficie municipal (véase la Tabla 4 y la Figura 3).

**Tablas 4. Extensión por Zona y Extensión Total Municipal**

Zona	Extensión (Ha)	Porcentaje
Cabecera Urbana	13,06	0,22%
Tobia	6,12	0,10%
Zona Rural	5.834,60	99,68%
Total	5853,78	100,00%

Fuente. Sistema de Información Geográfica (2014). Nimaima



Fuente. Sistema de Información Geográfica (2014). Nimaima

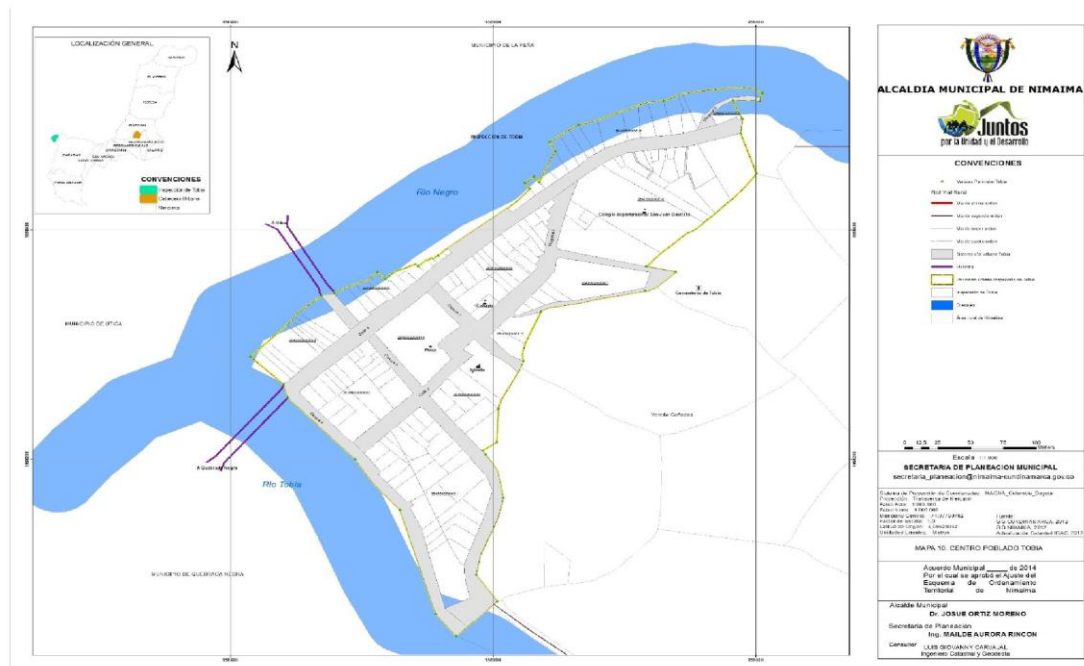
**Figura 3. Cabecera municipal Urbana de Nimaima**

## Centro Poblado Tobía

Tobía en el municipio de Nimaima es el centro poblado representativo, de acuerdo con la tabla 2, éste ocupa una extensión de 6,12 hectáreas equivalentes al 0,10% del total de superficie municipal. En el mapa 3, se puede observar dicho centro poblado.

En la actualidad, este centro poblado se puede considerar como un eje de desarrollo municipal, dado que Nimaima como principal eje de desarrollo ecoturístico y de aventura a nivel regional y departamental; esto dado por la cercanía a la vía nacional Auto pista Medellín, y por la oferta de productos y servicios de esta índole a lo largo de las 2 últimas décadas.

Una de las principales dificultades que se presentan es que éste se encuentra en la confluencia de los ríos Tobía y Negro, y en la terminación de una falla geológica lo cual amenaza y pone en riesgo significativamente la mayoría del centro poblado.



Fuente. Sistema de Información Geográfica (2014). Nimaima

**Figura 4. Centro Poblado de Tobía. Municipio de Nimaima**

## Veredas

Conforme a los datos almacenados en el SIG de Nimaima, la zona rural del municipio se encuentra dividida en 12 veredas distribuidas en 3 sectores, que totalizan una superficie de 11.204,22 hectáreas. La tabla 3 relaciona las veredas mencionadas indicando su nombre y extensión superficiaria. División Político administrativa, la división veredal y los sectores en la zona rural de Nimaima (véase la Tabla 5).

**Tabla 5. División Político administrativa Municipal**

Sector	Código catastral	Vereda	Área(ha)
1	2548900010001	TARJADA	603,55
	2548900010002	EL CERRO	784,81
	2548900010003	TERESA	920,37
2	2548900020001	PINZAIMA	618,6
	2548900020002	CALAMO	189,2
	2548900020003	RESGUARDO ALTO	179,05
	2548900020004	RESGUARDO BAJO	266,82
	2548900020005	CHANGUANI	220,36
	2548900020006	SAN MIGUEL	185,95
3	2548900030001	LOMA LARGA	183,52
	2548900030002	CAÑADAS	1023,63
	2548900030003	TOBÍA GRANDE	658,75
ÁREA TOTAL			5834,61

Fuente: Actualización Catastral 2013. IGAC

## Marco Demográfico

### Tendencias demográficas municipales

De acuerdo con la información catastral suministrada por IGAC en el año 2013 se evidencia que la población rural supera la población urbana y se hace el respectivo análisis en conclusión esto se debe a que la parte rural del municipio de Nimaima ha sufrido un desarrollo rural en cuestión de urbanización. Según los datos reportados por el DANE, los

cuales se pueden apreciar la Tabla 6 a la Tabla 7, el crecimiento de la población del municipio ha estado directamente ligado a estos fenómenos, lo cual ha llevado un crecimiento similar entre las dos áreas, con una ligera diferencia en aumento a nivel rural.

**Tabla 6. Población Urbana, Rural y Total en Nimaima Censo de 2005**

Zona	Viviendas	Hogares	Proyección			
	Censo	General	Personas 2005	% 2005.	2010	% 2010.
Urbana	426	665	2321	42,3	2525	41,6
Rural	1005	1033	3165	57,7	3538	58,4
<b>Total</b>	<b>1431</b>	<b>1698</b>	<b>5486</b>	<b>100</b>	<b>6063</b>	<b>100</b>

Fuente. Departamento Nacional de Estadística DANE (2014). Población Municipios.

### Dinámica Demográfica

La dinámica demográfica del municipio se pudo evaluar con información disponible del Sisben al año 2007, donde su distribución de población se relacionó por niveles (véase la Tabla 7).

**Tabla 7. Dinámica Demográfica por Niveles de Sisben**

Sector	Urbano	Rural	Total
Tamaño de la Población	601	2896	3497
Distribución de la población por niveles de Sisben: Urbano-			
Rural	601	2896	3497
Nivel 1	182	1534	1716
Nivel 2	374	1255	1629
Nivel 3	45	86	131
Nivel 4	0	21	21

Fuente. Olarte Ospina (2007) Captura de Información Diagnostico Municipal

### Distribución predial por estratos Urbano-Rural

La Distribución predial por estratos Urbano-Rural del municipio se pudo evaluar con información disponible del Sisben al año 2007, donde su distribución se realizó por estratos (véase la Tabla 8).

**Tabla 8. Distribución Predial por Estratos Urbano-Rural**

Sector	Urbano	Rural	Total
Tamaño de la población	601	2896	3497
Distribución de la población por niveles de Sisben: Urbano - Rural	601	2896	3497
Nivel 1	182	1534	1716
Nivel 2	374	1255	1629
Nivel 3	45	86	131
Nivel 4	0	21	21

Fuente. Olarte Ospina (2007) Captura de Información Diagnostico Municipal

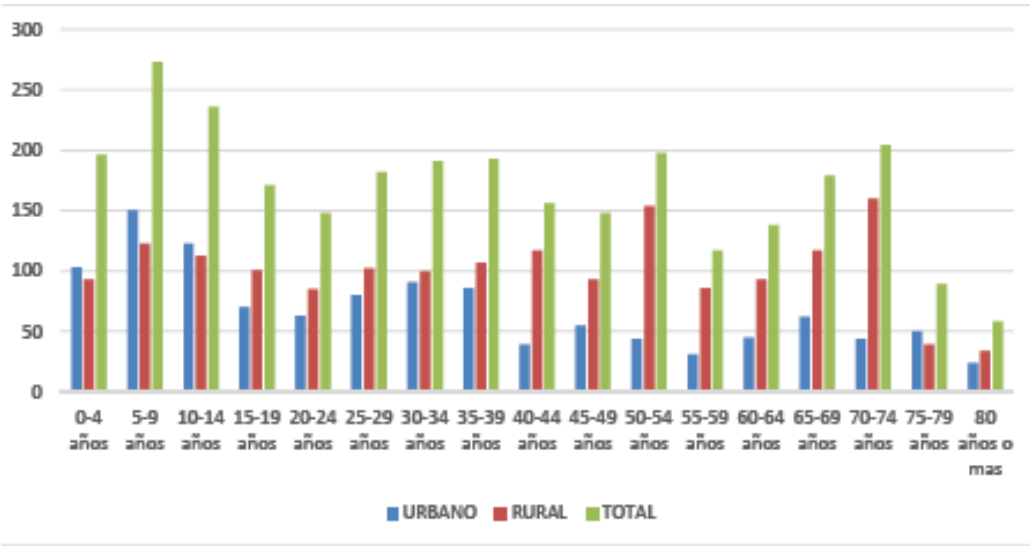
### Estructura demográfica por edad y sexo

La dinámica de la estructura demográfica por edad y sexo del municipio se pudo evaluar con información disponible del Censo DANE al año 2005, donde su distribución se realizó de acuerdo con las categorías del DANE (véase la Tabla 9 y la Figura 1 y 2).

**Tabla 9. Estructura Demográfica por edad y sexo**

Sector	Urbano	Rural	Total
20-24 años	45	59	104
25-29 años	74	90	164
30-34 años	114	71	185
35-39 años	58	74	132
40-44 años	42	110	152
45-49 años	51	78	129
50-54 años	42	116	158
55-59 años	44	75	119
60-64 años	77	69	146
65-69 años	78	107	185
70-74 años	80	130	210
75-79 años	23	44	67
80 años o mas	47	39	86

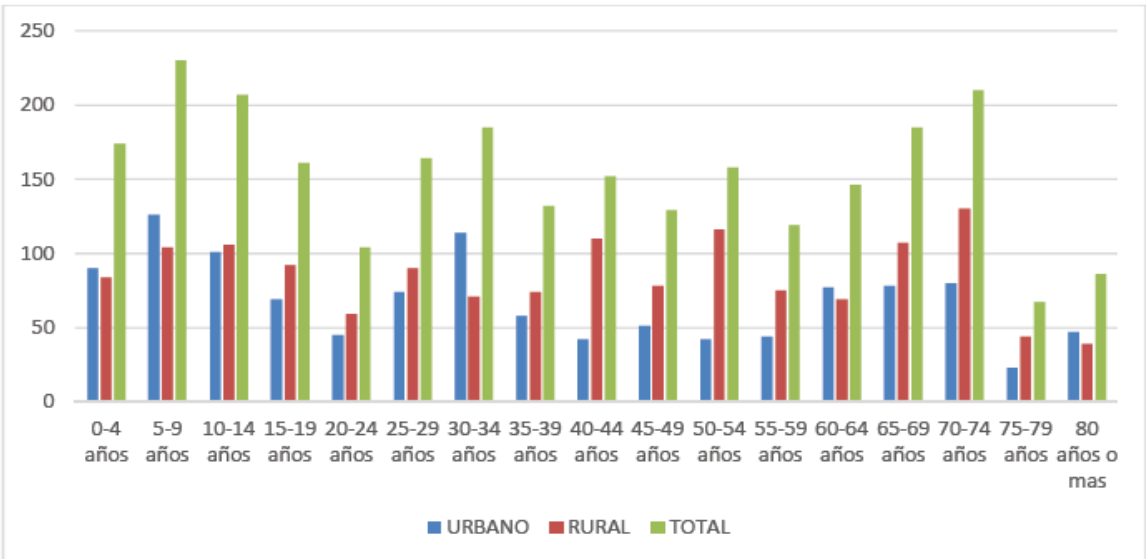
Fuente. DANE. 2005



Fuente. PMGR Estudio. 2014

**Figura 5. Estructura Demográfica por Edad y Sexo Hombres**

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que la mayor cantidad de población dentro del municipio corresponde a hombres entre 10 y 14 años, en el área urbana entre 5 y 9 y en el área rural entre 70 y 74 años.



Fuente. PMGR Estudio. 2014

**Figura 6. Estructura Demográfica por Edad y Sexo Mujeres**

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que la mayor cantidad de población dentro del municipio y en el área urbana corresponde a mujeres entre 5 y 9 años y en el área rural entre 70 y 74 años.

### Densidad poblacional

La Tabla 9 contiene los cálculos de densidad poblacional obtenidos a partir de la información de extensión territorial reportada por la Alcaldía de Nimaima y de las proyecciones de población del DANE para el año 2014. Los resultados muestran una muy alta concentración de población en la cabecera urbana de Nimaima que contrasta con una zona rural que va en franco aumento.

Esta baja densidad poblacional rural en Nimaima resulta mucho más marcada si se tiene en cuenta que el dato de población rural del DANE incluye la población del área rural dispersa y la del centro poblado de Tobía. Esto significa que la densidad poblacional del área rural dispersa es aún más baja considerando que mucha de la población registrada como rural habita en los centros poblados (véase la Tabla 10).

**Tabla 10. Densidad poblacional urbana, rural y total para el año 2014**

<b>Zona</b>	<b>Densidad Poblacional (hab/ha)</b>
Cabecera Urbana	131
Zona Rural	1
Total municipal	2

Fuente. PMGR Estudio. 2014

### Estado del Arte – Antecedentes

El Municipio de Nimaima, a lo largo de la historia ha registrado la ocurrencia de una serie de fenómenos que se han constituido en amenaza para la población; de éste conjunto de se destacan:



Deslizamientos

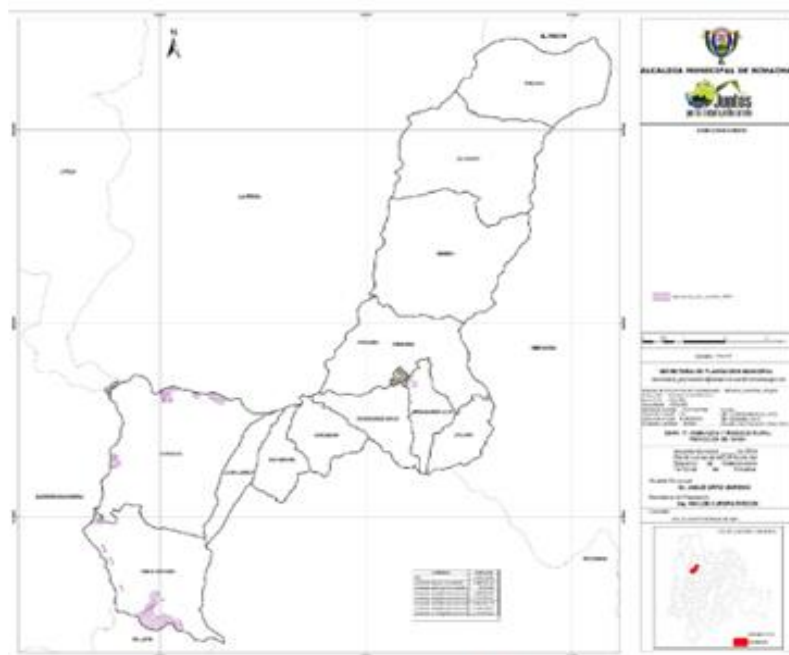
Inundaciones y avalanchas

Vendavales

Incendios forestales.

Además, la información de los eventos naturales presentados entre 2010-2011 ha permitido desarrollar estadísticas y sistemas de información geográfica para la identificación de zonas vulnerables a estos.

Con base en los eventos del periodo mencionado, el municipio de Nimaima ha realizado un análisis del tipo de contextura de ciertos lugares donde se han presentado anomalías en el terreno. La composición química y la estructura física del suelo, están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cobertura vegetal, por el tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas (véase la Figura 7).




Fuente. Sistema de Información Geográfica (2014). Nimaima

**Figura 7. Amenazas y Riesgos Naturales Rural – Remoción en Masas**

Aparte de los inconvenientes que se presentaron en el 2010-2011, el municipio de Nimaima presento un registro histórico de deslizamientos así (véase la Tabla 11)

**Tabla 11. Registro Histórico de Deslizamientos**

Fecha	Tipo de Evento	Sitio	Fuente	Efecto	Registro Fotográfico
17/05/1990	Deslizamiento	Municipio de Nimaima	El Tiempo – Alcaldía Municipal	Es tierra inestable surcada por largas y profundas grietas. lo que se refleja en los deslizamientos, remoción en masa y agrietamientos.	
08/04/2016	Deslizamiento	Municipio de Nimaima – Vereda Pinzaima	Unidad de Gestión del Riesgo – Secretaria de Planeación	Fenómeno de remoción en masa de aproximadamente 4000 m2, afectó la vía que comunica a las veredas de Pinzaima, Cerro, Teresa y Tarjada	

Fuente: Secretaria de planeación (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo.

## **Metodología**

### **Fases del Trabajo**

Recolección de datos e información correspondiente a: Informes, estudios y antecedentes que tengan relación con la zona de estudio en cuanto a escenarios de riesgo de gran magnitud presentados.

Verificación del plan de gestión del riesgo actual o existente en el municipio de Nimaima Cundinamarca.

Análisis y evaluación de soluciones técnicas de las obras de protección para mitigar el riesgo de deslizamientos en masa, determinación de propuesta técnico-económica más acertada para el municipio

Análisis y selección de información para la creación de flujos de caja del proyecto.

Cálculo y evaluación financiera, mediante los métodos de valor presente neto, tasa interna de retorno e índice de rentabilidad o relación beneficio – costo para determinar si se debe realizar o no la inversión para las obras de mitigación por parte del municipio

Evaluación de los costos económicos y sociales para el municipio en el caso de presentarse el evento sin la construcción de obras de protección, respecto a los costos destinados por el municipio para la prevención del riesgo.

Entrega de informe de campo con recomendaciones en el que se describen los métodos utilizados para aplicación de esta evaluación a la rentabilidad económica y social para mitigar los posibles eventos de deslizamientos en dicho sector

### **Instrumentos o Herramientas Utilizadas**

Metodologías para análisis financiero de proyectos

### **Productos a entregar**

Documento de análisis de propuestas para la construcción de obras de mitigación del riesgo de deslizamiento y justificación de selección de la más adecuada técnica y económicamente

Documento de análisis de información financiera

Informe de campo con recomendaciones en el que se describen los métodos utilizados para aplicación de esta evaluación a la rentabilidad económica y social para mitigar los posibles eventos de deslizamientos en dicho sector

### **Modelo para el Análisis de los Costos y Beneficios**

En el sector Las Salinas se vienen presentando deslizamientos de tierra esporádicamente, específicamente en las temporadas de lluvia que se presentan a lo largo del año, históricamente se vienen observando aproximadamente cuatro eventos al año de este tipo, sucesos que afectan la parte económica y social del municipio, ya que el manejo y remoción de escombros para habilitar nuevamente la vía en este sector, tarda aproximadamente 3 días, en los cuales tanto las veredas Pinzaima, Teresa, el Cerro y Tarjada quedan incomunicadas totalmente con el casco urbano del municipio de Nimaima – Cundinamarca

De acuerdo a la problemática planteada en el municipio de Nimaima – Cundinamarca, la cual se centra en la viabilidad de construir obras para mitigar el riesgo de deslizamiento en el sector Las Salinas, se busca medir el impacto económico y social que generaría la construcción o no de dichas obras, para lo anterior, se desarrolló un modelo de costos y beneficios que comprende el análisis de los siguientes puntos:

Análisis de costos: se considera el enfoque de método de costeo, en el cual se discriminan los costos directos e indirectos para cada uno de los componentes del proyecto

Análisis de beneficios: se considera para el análisis el cálculo de los beneficios económicos y sociales, tomando en cuenta la importancia de los interesados del proyecto

Análisis del retorno: el método desarrollado para medir el impacto de la iniciativa es a través del cálculo del retorno de la inversión del proyecto, considerando como un máximo de duración de 10 años.

Para el desarrollo del modelo financiero, en la primera fase se ingresa información, que se fundamenta conceptualmente sobre la información de los costos y beneficios, y posteriormente en una segunda fase, de análisis de resultados, en donde se describen los objetivos, la forma de funcionamiento y los resultados provenientes del modelo.

## Enfoque de Trabajo General

A continuación, se presenta en enfoque del trabajo general



Fuente: Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información AGESIC (s.f.). Modelo para el análisis de los costos y beneficios

**Figura 8. Enfoque de Trabajo General**

### Ingreso de la Información

#### Analizar Costos

**Objetivo:** identificar y listar los valores de costos asociados al proyecto, de acuerdo a los componentes técnicos, profesionales y de mantenimiento

**Resultado esperado:** estimación de costos del proyecto

Los costos generados al municipio por la ejecución de obras de mitigación al riesgo de deslizamiento son los generados por proceso de licitación del proyecto, los estudios y diseños, la construcción y mantenimiento rutinario durante el periodo de retorno escogido.

## Definición de Rubros de Costos

### Proceso Licitatorio

Es el costo generado por honorarios de profesionales encargados de la etapa de contratación del proyecto, incluye publicación de apertura, estudios previos, pliegos de condiciones, adendas, cierre y demás actividades necesarias para la correcta adjudicación del contrato (véase la Tabla 12).

**Tabla 12. Costo Proceso Licitatorio**

<b>COSTO PROCESO LICITATORIO</b>	
<b>PERSONAL</b>	<b>SALARIO</b>
ASESOR JURIDICO	\$ 4.300.000,00
JEFE CONTRATACION	\$ 1.800.000,00
SECRETARIA	\$ 1.080.000,00
PLANEACION	\$ 2.900.000,00
GOBIERNO	\$ 2.900.000,00
EQUIPO COMPUTO	\$ 1.800.000,00
PAPELERIA	\$ 200.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 14.980.000,00</b>

Fuente: Los Autores

### Estudios y Diseños

Es el costo que se genera por los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales se analiza la mejor opción constructiva para dar soluciones a problemas civiles que afectan a la comunidad de una región específica.

Los costos generados por el concepto de estudios y diseños oscilan entre el 7% y el 10 % del presupuesto oficial de la obra. Para el proyecto que se evaluara en este caso se tomó como referencia valores de proyectos anteriores que fueron ejecutados por el

municipio de Nimaima Cundinamarca. En donde se toma como valor para estudios y diseños el 10% del presupuesto oficial (véase la Tabla 13).

**Tabla 13. Costo Estudios y Diseños**

<b>COSTO ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>	
PRESUPUESTO OFICIAL	\$ 475.400.117
PORCENTAJE	10,00%
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 47.540.012</b>

Fuente: Los Autores

### **Construcción**

Es el costo generado por la ejecución de obras civiles o presupuesto oficial, el cual incluye el costo generado por mano de obra, insumo de materiales, insumos de herramientas y, maquinaria para la correcta ejecución de la obra (véase la Tabla 14).



**Tabla 14. Presupuesto Oficial**

Objeto: Construcción obras de protección en el sector las salinas que comunica las Veredas Pinzaima, Teresa, el Cerro y Tarjada con el Municipio de Nimaima - Cundinamarca					
Presupuesto Oficial					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr/Unitario	Vr/Total
<b>1</b>	<b>SECCIÓN 1: PRELIMINARES</b>				
1,1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE CIMIENTOS CON ELEMENTOS DE PRESICIÓN	m <sup>2</sup>	480	\$ 10.263	\$ 4.926.240
<b>2</b>	<b>SECCIÓN 2: EXCAVACIONES</b>				
2,1	DESCAPOTE MANUAL PROF = 0,10 M. INCLUYE CARGUE Y TRANSPORTE.	m <sup>2</sup>	200	\$ 5.498	\$ 1.099.600
2,2	EXCAVACIONES VARIAS A MÁQUINA SIN CLASIFICAR (INCLUYE RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	m <sup>3</sup>	200	\$ 18.214	\$ 3.642.800
2,3	EXCAVACIÓN MANUAL EN CONGLOMERADO H=0.0-2.0 M (INCLUYE RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	m <sup>3</sup>	50	\$ 47.563	\$ 2.378.150
<b>3</b>	<b>SECCIÓN 3: RELLENOS</b>				
3,1	SUBBASE GRANULAR (NORMA INVIA 320)	m <sup>3</sup>	191	\$ 114.763	\$ 21.966.355
3,2	RELLENO TIPO 6 "RAJÓN-PIEDRA"	m <sup>3</sup>	63	\$ 74.102	\$ 4.631.375
3,3	RELLENOS AGREGADO EN MATERIAL DE BASE COMPACTADO MECÁNICAMENTE	m <sup>3</sup>	65	\$ 150.204	\$ 9.763.260
3,4	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	25	\$ 80.750	\$ 2.018.750
3,5	GAVION	m <sup>3</sup>	50	\$ 179.933	\$ 8.996.650

**Tabla 14. (Continuación)**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr/Unitario	Vr/Total
<b>4</b>	<b>SECCIÓN 4: ESTRUCTURAS</b>				
4,1	CONCRETO REFORZADO DE 4000 PSI INCLUYE REFUERZO	m³	175	\$ 1.250.000	\$ 218.750.000
4,2	CUNETA FUNDIDA EN SITIO EN CONCRETO DE 3000 P.S.I.	m³	35	\$ 463.507	\$ 16.222.745
4,3	CONSTRUCCION DE ALCANTARILLA DE DESAGUE AGUAS LLUVIAS. INCLUYE CUNETA FUNDIDA EN SITIO	Un	2	\$ 10.941.820	\$ 21.883.640
4,4	FILTRO FRANCES 1,6 x 0,60 INCLUYE EXCAVACION, GEOTEXTIL NT2000 Y TUBO DE DRENAJE PERFORADO D= 152mm	MI	70	\$ 202.532	\$ 14.177.240
<b>SUBTOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 330.456.806</b>
ADMINISTRACIÓN				23,50%	\$ 77.657.349
IMPREVISTOS				5,00%	\$ 16.522.840
UTILIDAD				5,00%	\$ 16.522.840
IVA SOBRE UTILIDAD				19,00%	\$ 3.139.340
<b>SUBTOTAL COSTO INDIRECTO</b>					<b>\$ 113.842.370</b>
<b>VALOR PRESUPUESTO PRELIMINAR DE OBRA ( COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO)</b>					<b>\$ 444.299.175</b>
<b>INTERVENTORIA (7 %)</b>					<b>\$ 31.100.942</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>\$ 475.400.117</b>

Fuente: Los Autores

## Mantenimiento

Es el costo generado de las acciones necesarias para evitar el deterioro de las obras civiles que se debe realizar periódicamente para prevenir fallas o deterioro, una buena labor preventiva disminuye costos en reparaciones de las obras civiles (véase la Tabla 15).

**Tabla 15. Costo Maquinaria**

<b>Maquinaria</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cant</b>	<b>Tarifa/Día</b>	<b>Tiempo (Días)</b>	<b>Total</b>
Motoniveladora	1	\$ 600.000,00	1	\$ 600.000,00
Vibrocompactador	1	\$ 480.000,00	1	\$ 480.000,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 1.080.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 16. Costos Mano de Obra**

<b>Mano de Obra</b>				
<b>Personal</b>	<b>Cant</b>	<b>Jornal/día</b>	<b>Tiempo (Días)</b>	<b>Total</b>
Ayudantes	2	\$ 75.000,00	1	\$ 150.000,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 150.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 17. Costo Materiales**

<b>Materiales</b>				
<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Recebo común	M3	12	\$ 80.000,00	\$ 960.000,00
Señalización	Gl	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 1.210.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 18. Costos Mantenimiento**

<b>COSTO SUBTOTAL</b>	2.440.000,00
<b>No. MANTENIMIENTOS AL AÑO</b>	2
<b>COSTO TOTAL</b>	4.880.000,00

Fuente: Los Autores

### Analizar Beneficios

**Objetivo:** identificar y listar los valores de beneficios asociados al proyecto, de acuerdo a los componentes económicos y sociales.

**Resultado esperado:** estimación de beneficios del proyecto

Los beneficios generados al municipio por la ejecución de obras de mitigación al riesgo de deslizamiento son los generados por la transitabilidad de mercancías del sector panelero, ahorro de recursos en atención a deslizamientos, transporte publico rural.

### Definición de rubros de beneficios

#### Beneficios para la transitabilidad del sector panelero

Será el valor que dejara de perder el sector panelero por la ocurrencia de estos eventos, es el costo generado por el transporte y la venta de mercancías del sector panelero en el tiempo en que la vía se encuentra incomunicada, es decir, el valor económico que está perdiendo el gremio por no tener vías de acceso en buen estado (véase la Tabla 19).

**Tabla 19. Costos de Transporte**

<b>Trasporte Carga Día</b>	<b>Kg</b>	<b>Valor Kg</b>	<b>Valor Total</b>
Vehículo	1000	2350	2.350.000,00
<b>No Vehículos (1 Día)</b>	<b>Kg</b>	<b>Valor Kg</b>	<b>Valor Total</b>
7	1000	2350	16.450.000,00
<b>Costo Tiempo Cierre Via</b>	<b>Valor</b>		
3 días	49.350.000,00		
<b>Evento al Año</b>	<b>Valor</b>		
4	197.400.000,00		

Fuente: Los Autores

### Ahorro en atención deslizamientos

La alcaldía municipal de Nimaima obtendrá beneficios económicos de acuerdo a las obras que se ejecutaran para reducir el riesgo de deslizamiento y reducirá los retrasos en la movilidad del sector.

La comunidad que se beneficiara por la ejecución de estas obras serán las veredas Pinzaima, Teresa, El Cerro y Tarjada, que será mínima la ocurrencia de un evento que retrase el transporte y venta de productos agrícolas que se generan en este sector las salinas (véase las Tablas 20, 21, 22 y 13).

**Tabla 20. Maquinaria**

<b>Maquinaria</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cant</b>	<b>Tarifa/día</b>	<b>Tiempo (días)</b>	<b>Total</b>
Retroexcavadora pajarita	1	\$ 640.000,00	3	\$ 1.920.000,00
Minicargador	1	\$ 480.000,00	3	\$ 1.440.000,00
Volqueta sencilla	2	\$ 600.000,00	3	\$3.600.000,00
Vibrocompactador	1	\$ 480.000,00	3	\$1.440.000,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$8.400.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 21. Mano de ora**

<b>Mano de obra</b>					
<b>Personal</b>	<b>Cant</b>		<b>Jornal/día</b>	<b>Tiempo (días)</b>	<b>Total</b>
Ayudantes	4	\$	75.000,00	3	\$ 900.000,00
Paleteros	2	\$	75.000,00	3	\$ 450.000,00
Profesionales	1	\$	120.000,00	3	\$ 360.000,00
Conductor	1	\$	75.000,00	3	\$ 225.000,00
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 1.935.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 22. Materiales**

<b>Materiales</b>					
<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant</b>		<b>Valor Unitario</b>	<b>Total</b>
Recebo común	M3	12	\$	80.000,00	\$ 960.000,00
Rajón	M3	12	\$	75.000,00	\$ 900.000,00
Señalización	Gl	1	\$	500.000,00	\$ 500.000,00
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 2.360.000,00</b>

Fuente: Los Autores

**Tabla 23. Costos Totales**

<b>COSTO TOTAL</b>	12.695.000,00
<b>No. EVENTOS AL AÑO</b>	4
<b>COSTO TOTAL</b>	50.780.000,00
<b>INDEMNIZACIONES POR</b>	
<b>MUERTE</b>	29.508.680,00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>80.288.680,00</b>

Fuente: Los Autores

### Transporte público rural

La red vías terciarias del municipio de Nimaima es de gran desarrollo en la parte rural ya que ayuda a la movilidad de sus productos agrícolas y reduce costos en fletes, insumos agrícolas y desplazamiento de personal para recolección de las cosechas (véase la Tabla 24).

**Tabla 24. Transporte Publico Zonas Veredales**

<b>Transporte Publico Zonas Veredales</b>							
<b>Transporte Publico</b>	<b>No. Buses</b>	<b>No. Personas</b>	<b>Valor Pasajes</b>	<b>No. Días</b>	<b>Subtotal</b>	<b>No. Eventos</b>	<b>Valor total</b>
Microbus	8	20	\$ 2.000,00	3	\$960.000,00	4	<b>\$3.840.000,00</b>

Fuente: Los Autores

### **Análisis de Resultados**

A continuación se da una explicación general sobre el funcionamiento del modelo, para que los diferentes actores (Municipio, Sector panelero, Población) comprendan su lógica y la información que se suministra para su correcto funcionamiento. Se presenta la estructura general del modelo y se brinda una explicación de los principales componentes del mismo. No se detallan formulas y cálculos realizados, las cuales se encuentran implícitas en el propio modelo.

De acuerdo al listado y valores de costos y beneficios descritos anteriormente, se procede a elaborar el flujo de caja del proyecto, para un periodo de retorno de 10 años, como se muestra en las siguientes tablas, a corto, mediano y largo plazo.

**Tabla 25. Valores de Costos y Beneficios Corto Plazo**

		CORTO PLAZO			
RUBROS	2018	2019	2020	2021	
<b>COSTOS</b>					
Proceso licitatorio	-\$14.980.000,00				
Estudios y Diseños	-\$47.540.011,74				
Construcción	-\$75.400.117,43				
Mantenimiento		-\$4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00	
<b>Sumatoria costos</b>	<b>-\$37.920.129,17</b>	<b>-\$4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	
<b>BENEFICIOS</b>					
Transitabilidad sector panelero		\$197.400.000,00	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00	
Ahorro en atención a deslizamientos		\$80.288.680,00	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00	
Transporte publico zonas veredales		\$3.840.000,00	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00	
<b>Sumatoria beneficios</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	

Fuente: Los Autores

**Tabla 26. Valores de Costos y Beneficios Mediano Plazo**

		MEDIANO PLAZO			
RUBROS	2022	2023	2024		
<b>COSTOS</b>					
Proceso licitatorio					
Estudios y Diseños					
Construcción					
Mantenimiento	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00		
<b>Sumatoria costos</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>		
<b>BENEFICIOS</b>					
Transitabilidad sector panelero	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00		
Ahorro en atención a deslizamientos	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00		
Transporte publico zonas veredales	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00		
<b>Sumatoria beneficios</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>		

Fuente: Los Autores



**Tabla 27. Valores de Costos y Beneficios Largo Plazo**

	LARGO PLAZO			
RUBROS	2025	2026	2027	2028
<b>COSTOS</b>				
Proceso licitatorio				
Estudios y Diseños				
Construcción				
Mantenimiento	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00	-\$ 4.880.000,00
<b>Sumatoria costos</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>	<b>-\$ 4.880.000,00</b>
<b>BENEFICIOS</b>				
Transitabilidad sector panelero	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00	\$ 197.400.000,00
Ahorro en atención a deslizamientos	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00	\$ 80.288.680,00
Transporte publico zonas veredales	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00	\$ 3.840.000,00
<b>Sumatoria Beneficios</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>	<b>\$ 281.528.680,00</b>

Fuente: Los Autores

Definidos los costos y beneficios del proyecto, se realiza la sumatoria de estos respectivamente por periodo, y se calcula el valor presente neto, tomando como tasa de descuento 4,05% que es la variación anual del Índice de Precios de Consumidor – IPC de octubre 2017 arrojada en el portal web del DANE.

La relación beneficio costo toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto, dicho esto, se procede a realizar el cálculo de este indicador:

**Tabla 28. Calculo Relación Beneficio Costo**

CALCULO RELACION BENEFICIO COSTO	
VPN costos	\$ 577.402.963,76
VPN beneficios	\$ 2.277.776.701,76
<b>R B/C</b>	<b>-\$ 3,94</b>

Fuente: Los Autores

A continuación se realiza el cálculo del flujo de caja neto del proyecto y se calculan dos indicadores financieros con los que podemos observar la viabilidad del proyecto de acuerdo a las definiciones.

**Tabla 29. Flujo de Caja Neto Proyecto**

<b>FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO</b>	
<b>PERIODO</b>	<b>FLUJO DECAJA</b>
2018	-\$ 537.920.129,17
2019	\$ 276.648.680,00
2020	\$ 277.528.680,00
2021	\$ 277.528.680,00
2022	\$ 277.528.680,00
2023	\$ 277.528.680,00
2024	\$ 277.528.680,00
2025	\$ 277.528.680,00
2026	\$ 277.528.680,00
2027	\$ 277.528.680,00
2028	\$ 277.528.680,00

Fuente: Los Autores

**Tabla 30. Flujo de Caja Neto Proyecto**

<b>TIR PROYECTO</b>	<b>51%</b>
<b>VPN PROYECTO</b>	<b>\$ 1.634.189.080,25</b>

Fuente: Los Autores

## Conclusiones

De acuerdo al tipo de deslizamiento presentado en el sector las salinas, y desde el punto de vista técnico y económico la mejor solución para el problema planteado, es la construcción de un muro de hormigón reforzado en ambos sentidos, esto para garantizar la estabilidad del talud y su funcionamiento a lo largo del periodo de diseño.

Con el flujo de caja neto, y la tasa de descuento utilizada, en este caso el índice de precios al consumidor para octubre de 2017, se calcula el valor presente neto o retorno de los flujos futuros, obteniendo así un valor presente neto de \$ 1.634.189.080,25, el cual nos da la seguridad de invertir en este proyecto.

Con el flujo de caja neto arrojado podemos calcular la tasa interna de retorno del proyecto, siendo esta del 51% que nos indica la viabilidad de realizar la inversión por parte del municipio para las obras de mitigación al riesgo de deslizamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo financiero, podemos concluir que con la relación beneficio costo obtenida de 3,94 sería aceptable para tomar la decisión de invertir recursos en este proyecto ya que por cada peso invertido estamos obteniendo 3,94 pesos de beneficio

Se recomienda al Municipio de Nimaima – Cundinamarca, realizar la inversión para la construcción de esta obra civil, con el fin de mitigar el riesgo de deslizamiento en el sector Las Salinas, ya que como se observó en el modelo tanto económica como socialmente el municipio obtendrá beneficios para el mejoramiento de la calidad de vida de la población, la movilidad de mercancías del sector panelero y el ahorro en atención a este tipo de fenómenos.

### **Referencias Bibliográficas**

- Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información AGESIC. (s.f.). Modelo para el análisis de los costos y beneficios. Recuperado el Octubre de 2017, de [https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_costos\\_y\\_beneficios\\_v20130822.pdf](https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo_para_el_analisis_de_costos_y_beneficios_v20130822.pdf)
- Alcaldía Municipal de Nimaíma. (2014). Plan de desarrollo. Recuperado el Mayo de 2017, de [http://nimaima-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/34323234366438313536386330366433/NIMAINA\\_02062008\\_PDF.pdf](http://nimaima-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/34323234366438313536386330366433/NIMAINA_02062008_PDF.pdf)
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2003). La noción del riesgo desde la perspectiva de los desastres. Marco Conceptual de su gestión integral. Manizales: Instituto de Estudios Ambientales.
- Barajas, O. M. (2006). Sopote logístico en atención de emergencias. Geológicos remoción en masa. Recuperado el Mayo de 2017, de Centro de Información Sobre Desastres Y Salud: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2006/CD-1/pdf/spa/doc15559/doc15559-f.pdf>
- Campos , A., Holm-Nielsen, N., Díaz , C., Rubiano , D., Costa , C., Ramírez , F., & Dickson, E. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá: Banco Mundial Colombia.
- Colombia Comunitaria. (2011). Ley 1523 de 2012 Sobre la primera política nacional de gestión de riesgos de desastres en Colombia. Recuperado el Mayo de 2017, de Especiales: [http://www.colombiahumanitaria.gov.co/FNC/Documents/2011/especiales/ley\\_1523.pdf](http://www.colombiahumanitaria.gov.co/FNC/Documents/2011/especiales/ley_1523.pdf)

Colombia, C. d. (s.f.). LEY 388 DE 1997. Recuperado el 20 de 05 de 2017, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>

Congreso de Colombia. (2012). Ley 1523 (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Congreso de la República.

Constain Gallego, M. (2017). Gestión Económica y Financiera de Obras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

DeGraff, J., Brabb, E., & King, A. (1993). Evaluación del peligro de deslizamientos de tierra. En O. d. Americanos, Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington: Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (s.f.). Índice de Precios al Consumidor. Recuperado el Octubre de 2017, de [https://www.dane.gov.co/files/faqs/faq\\_ipc.pdf](https://www.dane.gov.co/files/faqs/faq_ipc.pdf)

Departamento Nacional de Estadística DANE. (2014). Población Municipios. Recuperado el Mayo de 2017, de [https://www.dane.gov.co/files/censos/consulta/2005\\_compensada.xls](https://www.dane.gov.co/files/censos/consulta/2005_compensada.xls)

Ecured. (s.f.). Deslizamientos de tierra. Recuperado el Abril de 2017, de [https://www.ecured.cu/Deslizamientos\\_de\\_tierra](https://www.ecured.cu/Deslizamientos_de_tierra)

Enciclopedia Academic. (s.f.). Muros de Contención. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/834487>

Fondo Nacional de Gestión del Riego de Desastres. (2011). Sobre la primera política nacional de gestión del riesgo de desastres en Colombia . Recuperado el Mayo de 2017, de Colombia Comunitaria: [http://www.colombiahumanitaria.gov.co/Prensa/2011/Paginas/ley\\_1523.aspx](http://www.colombiahumanitaria.gov.co/Prensa/2011/Paginas/ley_1523.aspx)

Licas Redolfo, J. (s.f.). Muros de Contención. Recuperado el Mayo de 2017, de Academia.edu: [http://www.academia.edu/12753849/MUROS\\_DE\\_CONTENCION](http://www.academia.edu/12753849/MUROS_DE_CONTENCION)

Neira, D. (7 de Septiembre de 2008). Valor presente neto. Recuperado el Mayo de 2017, de Gerencia.com: <https://www.gerencie.com/valor-presente-neto.html>

Nilson, A. (2001). Diseño de Estructuras de Concreto (12 ed.). México: Mc Graw Hill.

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR. (s.f.). Conozcamos sobre deslizamientos. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc14987/doc14987-2a.pdf>

Olarte Ospina, N. (2007). Captura de Información Diagnostico Municipal. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/captura%20de%20informaci%C3%B3n%20diagn%C3%B3stico%20municipal%20-%20provincia%20de%20gualiva.pdf>

Sanabria Rincon, A. P. (s.f.). Recuperado el 2017, de [http://amenazasderiesgoslapalma.blogspot.com.co/p/blog-page\\_25.html](http://amenazasderiesgoslapalma.blogspot.com.co/p/blog-page_25.html)

Sistema de Información Geográfica. (2014). Nimaima. Recuperado el Mayo de 2017, de [http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames\\_pagina.aspx](http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames_pagina.aspx)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2014). Plan Estratégico Institucional. Vigencia 2014 - 2018. Recuperado el Abril de 2017, de

[http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/plan\\_estrategico\\_ungrd\\_2014\\_2018.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/plan_estrategico_ungrd_2014_2018.pdf)

Váquiro , J. (s.f.). La relación beneficio costo. Recuperado el Octubre de 2017, de Pymes Futuro : <http://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>